LA TELEVISIONE

GIACOMO FURLANI

II[a] EDIZIONE

LA EDITORIALE LIBRARIA - TRIESTE

PROF. GIACOMO FURLANI

LA TELEVISIONE

VOLGARIZZAZIONE DELLE PIÙ RECENTI CONQUISTE

NELLA TRASMISSIONE ELETTRICA

DELLE IMAGINI FISSE ED ANIMATE

Con 47 illustrazioni

II EDIZIONE AGGIORNATA

1934 - XII

LA EDITORIALE LIBRARIA - TRIESTE

Via S. Francesco D'Assisi 62

Tutti i diritti sono riservati

OFF. GRAF. DELLA EDITORIALE LIBRARIA S. A.
TRIESTE

INDICE

PREFAZIONE . . . . . pag. 1

I. IL PROBLEMA DELLA TELEVISIONE . . . . . pag. 5

Dal telegrafo di Morse alla telefotografia. — La semplificazione del problema. — La teleidografia e la televisione.

II. LE RADIOONDE . . . . . pag. 13

Idee moderne sull'elettricità. — Le oscillazioni elettroniche e le onde elettromagnetiche. — Radiazioni visibili e invisibili. — Come si propagano le radioonde.

III. LA RADIOTECNICA . . . . . pag. 25

La radiotecnica e la televisione. — La valvola termoionica come raddrizzatrice di correnti. — La valvola termoionica come amplificatrice di correnti. — La valvola termoionica come generatrice di oscillazioni elettriche. — Trasmissione e ricezione delle radioonde. — Modulazione delle radioonde. — Impianti completi di trasmissione e di ricezione.

IV. I PIU' SEMPLICI SISTEMI DI TELEIDOGRAFIA . . . . . pag. 42

La teleidografia e la televisione. — Il più semplice sistema di trasmissione

teleidografica. — Metodo chimico della ricezione. — Il sincronismo dei rulli.

V. LA TELEIDOGRAFIA E LA CELLULA FOTOELETTRICA . . . . pag. 50

La cellula al selenio. — La cellula fotoelettrica. — Il fultografo trasmettente. — I ricevitori del Korn e del Belin. — L'apparecchio trasmettente Karolus-Telefunken. — La cellula del Karolus. — Il ricevitore Karolus-Telefunken. — Applicazioni della teleidografia.

VI. I PIONIERI DELLA TELEVISIONE pag. 70

L'occhio e i primi progetti di televisione elettrica. — Impiego della cellula al selenio. — Il disco del Nipkow. — Il sistema di televisione del Nipkow.

VII. L'OPERA DI JOHN L. BAIRD . . pag. 84

Le prime realizzazioni. — Parti essenziali di un sistema di televisione. — Sistema trasmettente di John L. Baird. — Sistema ricevente del Baird. — La lampada a gas incandescente. — Il sincronismo dei dischi.

VIII. LA TELEVISIONE IN GERMANIA E IL SISTEMA KAROLUS-TELEFUNKEN . . . . . pag. 104

L'opera dell'ufficio centrale delle poste in Germania. — Esposizioni di televisione a Berlino. — Le società

industriali di televisione. — La sincronizzazione dei dischi con la ruota del Lacour. — La ruota del Weiller. — Il sistema Karolus Telefunken. — Il diapason sincronizzatore. — Caratteri generali del sistema Karolus-Telefunken. — La telecinematografia.

IX. PROGRESSI DELLA TELEVISIONE IN AMERICA . . . . . pag. 125

Iniziative e realizzazioni. — Esperienze della Società Bell. — Sistemi di televisione multicellulare. — Sistema di televisione multipla dell'Alexanderson. — La trasmissione di un dramma. — Il radiovisore semplificato dell' Jenkins.

X. APPARECCHI DI TELEVISIONE PRIVI DI INERZIA . . . . . pag. 143

Inconvenienti e limitazioni dei dispositivi meccanici. — L'oscillografo a raggi catodici del Braun. — Apparecchio ricevente con oscillografo catodico. — I problemi della ricezione coll'oscillografo catodico. — Apparecchi trasmettenti con oscillografo catodico.

XI. SVILUPPI E APPLICAZIONI DELLA TELEVISIONE . . . . . pag. 158

La televisione a colori. — La televisione stereoscopica. — La televisione nell'oscurità e attraverso la nebbia. — Registrazione delle imagini su dischi grammofonici. — La televisione ai servigi dell'umanità.

XII. IL PRESENTE E IL FUTURO DELLA TELEVISIONE . . . . . pag. 174

Fantasia e realtà. — Il presente della televisione. — Selettività e purezza della ricezione. — Ampiezza dei canali d'onde e quantità degli elementi ottici trasmessi. — Impiego delle onde corte e ultracorte. — Il futuro della televisione.

XIII. I PROGRESSI DELLA TELEVISIONE NEGLI ULTIMI TRE ANNI pag. 193

La sorgente di luce del televisore. — Sistemi meccanici di televisori. — Televisori a raggi catodici. — Trasmettitori. — Il sincronismo. — Sistemi a pellicola intermedia. — Orientamenti e prospettive attuali della televisione.

INDICE PER ARGOMENTI E PER AUTORI . . . . . pag. 225

PREFAZIONE

I progressi della radiofonia hanno preparato il campo a quelli della televisione. Ma questi sono stati negli ultimi anni rapidissimi, poichè il problema della televisione, non appena è apparsa una possibilità di pratiche soluzioni, ha esercitato largamente il suo fascino su inventori, industriali e sul pubblico.

Presentare un quadro generale dell'opera svolta in questo campo, anche in sì breve tempo, e dei risultati finora raggiunti non è tuttavia facile impresa, anche per il fatto che la letteratura sull'argomento è ancora sparsa e frammentaria.

Questa è la prima opera del genere che viene pubblicata ora in Italia, ed è anche la prima che riassuma i progressi realizzati negli ultimi anni nei vari paesi e dia una visione generale dei diversi problemi che si sono presentati in questo campo e dei possibili sviluppi. Tuttavia è tenuta in forma semplice e piana, in modo da riuscir accessibile anche a cni sia profano della scienza elettrica e ad interessare il maggior numero di lettori.

Divulgare le conquiste della scienza e della tecnica moderna è un contributo modesto, ma

tuttavia prezioso per il loro progresso. Quando l'interessamento per gli argomenti scientifici e tecnici si estende ad un pubblico più vasto, gli studi sono apprezzati e trovano gl'indispensabili sussidi al loro incremento. Basti pensare ai cospicui mezzi che in certi paesi sono largiti, anche da privati e profani della scienza, per far sorgere istituti ricchissimi e fondazioni che hanno per iscopo la ricerca scientifica.

La verità di queste considerazioni si è dimostrata evidente in modo particolare, nel decennio testè trascorso, per la radiotecnica. Molto si deve, del rapido e meraviglioso sviluppo che ha avuto la radiotelefonia, ai dilettanti. Essi vi hanno contribuito in due modi: con le loro numerose esperienze e con le osservazioni sulla ricezione, diffuse tosto dalle molte riviste di radiotecnica; e coll'incremento derivato all'industria dai larghi acquisti di materiali e di apparecchi, che fornirono alle case produttrici quei mezzi finanziari dei quali esse si valsero per avviare altre ricerche, intese a perfezionare sempre più la loro produzione.

Si devono alle esperienze eseguite dai radioamatori americani osservazioni importantissime sui vantaggi che presenta l'uso delle onde corte per la trasmissione a grandi distanze.

Negli Stati Uniti sono ben 12 milioni i radioamatori che dànno oggi il loro contributo alla radiotecnica, in Germania se ne contano oltre tre milioni e altrettanti in Inghilterra. Solo in tale

modo possiamo intendere come in questi paesi società industriali molto importanti abbiano intrapreso, da alcuni anni, uno studio metodico ed intenso dei vari sistemi di televisione, non risparmiando mezzi per affrettare lo sviluppo di questo nuovissimo campo della tecnica, prima ancora che sia possibile l'inizio di un'industria di apparecchi commerciabili su vasta scala.

Nella patria di Alessandro Volta e Guglielmo Marconi non potrà mancare l'interessamento per questa nuova fase dello sviluppo della scienza e della tecnica dell'elettricità. Le applicazioni della radiotecnica alla vita civile e all'arte militare appaiono ogni giorno più numerose e più importanti; fra esse, la televisione potrebbe avere uno dei posti più cospicui.

Trieste, novembre 1930.

Prefazione alla II edizione

Nei tre anni trascorsi dalla prima edizione di quest'opera, cospicui sono stati i progressi realizzati dalla televisione e sempre più largo e più vivo l'interessamento per la nuova invenzione. Tuttavia, nella sua ascesa, essa è proceduta per vie alle quali era già avviata: più che realizzazioni di principi nuovi e diversi, si sono avuti perfezionamenti di sistemi e procedimenti già noti. Tali progressi sono stati trattati in un nuovo capitolo, nel quale ha trovato particolare rilievo anche l'opera che frattanto è stata svolta in questo campo in Italia.

Trieste, marzo 1934.

I.

Il problema della televisione

DAL TELEGRAFO DI MORSE ALLA FOTOTELEGRAFIA. — L'elettricità si propaga lungo un filo sottile in modo quasi istantaneo. Era naturale che già i primi studiosi dei fenomeni elettrici pensassero di servirsene per trasmettere segnali a distanza, vale a dire per la costruzione di un telegrafo, cercando di superare, così, lo spazio e il tempo. Vi pensò anche lo scopritore della corrente elettrica, Alessandro Volta.

Molti furono i sistemi escogitati di telegrafo elettrico, ma quello che, per la sua semplicità, si affermò nella pratica è il telegrafo di Samuele Morse, inventato nel 1837, che si fonda sulla proprietà della corrente elettrica di magnetizzare un pezzo di ferro, intorno al quale sia avvolto un filo da essa percorso. La forza di attrazione dell'elettrocalamita fa muovere una leva, e questa imprime dei segni sopra una striscia di carta, che scorre continuamente dinanzi ad una delle sue estremità. Quando nella stazione trasmettente si chiude per un solo istante il circuito, l'apparecchio ricevente registra sulla carta un punto; ad un'emissione di corrente più lunga segue la registrazione di una linea. Con due segni diversi,

punti e linee, si può combinare un alfabeto e trasmettere un telegramma.

Col telegrafo di Morse si traducono delle azioni meccaniche, qual'è quella di abbassare il tasto dell'interruttore del circuito, in impulsi di corrente; questi, alla stazione ricevente, sono trasformati di nuovo in azioni meccaniche, per mezzo dell'elettrocalamita.

Ma un tale sistema di telegrafia non permette che la trasmissione di due soli segnali diversi. Ben presto sorse nella mente dei tecnici l'idea di ottenere immediatamente il telegramma bell'e stampato, oppure di trasmettere addirittura la scrittura, un fac-simile o un disegno qualunque.

Già nel 1843 il Bain ebbe per primo l'idea di un telegrafo copiante, e, quattro anni dopo, il Bakewell la sviluppò, descrivendo un sistema completo di trasmissione. A risultati pratici giunse per primo l'abate italiano Giovanni Caselli, nel 1855, col suo *pantelegrafo*. Infatti nel 1863 si inaugurò una linea per la trasmissione di scritti e imagini fra Parigi e Lione, che rimase per quattro anni adibita al servizio pubblico.

Sennonchè gli studi elettrici dovevano fare ancora un lungo cammino perchè un sistema di *teleidografia*, o trasmissione delle imagini, potesse raggiungere un grado di perfezione tale da renderne praticamente profittevole l'uso. Oggi si può dire che tale problema è praticamente risolto, e con la *fototelegrafia* si sono realizzate delle tras-

missioni di una fedeltà e perfezione veramente sodisfacenti e utili a parecchi scopi.

La semplificazione del problema. — Come sarà possibile trasmettere un disegno, un'imagine lungo un filo elettrico? Così posto, il problema ha del miracoloso. E che dire dell'altro di render visibili a distanza un oggetto, una persona, una scena, animati dei loro naturali movimenti? E realizzare la visione attraverso lo spazio anche senza alcun filo, senza alcun tramite materiale, quasi che ai nostri occhi non si opponesse più alcun ostacolo?

Sennonchè la soluzione di un problema dipende spesso dal modo come viene posto. Lungo un filo elettrico è possibile trasmettere solamente un segnale alla volta. Converrà, quindi, scomporre l'imagine in un numero sufficente di elementi, che differiranno tra loro per la chiarezza; trovare il modo di tradurre questi elementi di chiaroscuro in segnali elettrici; ricavare, infine, alla stazione ricevente, da questi segnali elettrici, gli elementi ottici onde ricomporre l'imagine con le stesse variazioni di tinta.

Si potrebbe pensare, certamente, di trasmettere tutti questi segnali elettrici contemporaneamente anzichè uno dopo l'altro, ma allora occorrerebbero tanti fili elettrici quanti sono gli elementi delle figure, e il sistema sarebbe ben più complicato.

Il prof. Ellero ha imaginato un metodo assai semplice, per effettuare una tale trasmissione. Sup-

poniamo di scomporre la figura in un certo numero di piccoli quadratini, come un mosaico. E' ciò che si fa anche per riprodurre le illustrazioni dei giornali. Se questi quadratini sono abbastanza numerosi, e quindi abbastanza piccoli, si potrà considerare che ciascuno abbia una propria chiarezza omogenea. Fissiamo allora un certo numero di gradi di chiaroscuro, per esempio 7, e per ciascun grado un numero, per esempio da 0 a 6, oppure una lettera, per designarlo. Per trasmettere la figura, basterà inviare un telegramma comune, formato da una successione di numeri o lettere, corrispondenti ai gradi di chiarezza di ciascun quadratino, e ordinati nello stesso modo in cui sono disposti i quadratini che compongono la figura.

L' Ellero ideò un reticolo speciale, di 4 mm di lato, chiamato *contatipi*, e stabilì delle speciali convenzioni, per facilitare la compilazione del suo *ellerogramma*.

Alla stazione ricevente, le indicazioni del dispaccio vengono tradotte in elementi di chiaroscuro, i quali, disposti l'uno accanto all'altro, servono a ricomporre l'imagine con le sue tonalità. Per riprodurre le figure si è costruita anche una specie di macchina da scrivere, nella quale, alle lettere e ai segni comunemente usati, sono sostituiti dei quadratini di differente chiarezza, che la macchina imprime, l'uno accanto all'altro, sulla carta. Con qualche ritocco, si possono ottenere delle riproduzioni abbastanza sodisfacenti.

Questo sistema di trasmissione, chiamato anche *teleiconotipia,* viene usato nella pratica per i servizi di polizia. Due inventori inglesi, M. D. Mc. Farlane e H. G. Bartholomew, svilupparono un processo alquanto complicato, detto di Bartlane, per la compilazione e la traduzione automatica del telegramma, che ha fatto buona prova per le trasmissioni transoceaniche.

La soluzione che il problema teleidografico ha trovato in questi sistemi indiretti sembra veramente quella dell'uovo di Colombo. Essi richiedono, tuttavia, un certo tempo per effettuare le trasmissioni, e oggi sono di gran lunga superati da altri sistemi.

LA TELEIDOGRAFIA E LA TELEVISIONE. — Nei sistemi diretti di *teleidografia* gli elementi di chiaroscuro, nei quali ad ogni modo si scompone l'imagine, sono trasformati immediatamente, per mezzo di appositi apparecchi, in altrettanti impulsi di corrente di intensità più o meno grande, secondo la loro chiarezza; all'apparecchio ricevente, questi impulsi di corrente sono trasformati di nuovo, sia per mezzo di un'azione chimica delle correnti, che fa cambiare il colore di una carta opportunamente preparata, sia per mezzo di una lampada che proietta una luce più o meno intensa sopra una pellicola fotografica, in elementi di chiaroscuro, che ricostruiscono immediatamente l'imagine.

Anche con questi procedimenti la trasmissione di un'imagine richiede un certo tempo, sia pure di pochi minuti, necessari a ricostruirla punto per punto. Nella *televisione,* invece, si deve ottenere una riproduzione dell'imagine praticamente istantanea. Diciamo praticamente istantanea, perchè una particolarità del nostro organo visivo, un difetto, se si vuole, ci fa apparire contemporanei due segnali ottici che non lo sono.

Chi non ha provato a far girare con grande rapidità un tizzone incandescente? Si vede un cerchio di fuoco continuo; pure la brage non esiste che in un solo punto alla volta. Ma è provato che un'impressione ricevuta sulla retina del nostro occhio, vi permane per circa un decimo di secondo. Così avviene che noi vediamo la brage contemporaneamente in diverse posizioni dello spazio, mentre in realtà essa vi passa successivamente.

Noi sperimentiamo la stessa illusione ottica ogni qualvolta assistiamo ad una rappresentazione cinematografica. Sullo schermo vengono proiettate, in ogni minuto secondo, da 20 a 24 imagini, che rappresentano le fasi successive di una scena. Nel nostro occhio, ciascuna di queste permane quanto basta per fondersi e confondersi con la successiva, in modo da generare in noi la impressione delle figure animate.

In modo simile si risolve il problema della televisione. La scena, le figure devono esser trasmesse non meno di 10 volte al secondo, in modo

che in un decimo di secondo al più vengano trasmessi tutti gli elementi, nei quali, come nella teleidografia, si dovrà scomporre l'imagine. Se questa è stata scomposta, per esempio, in 900 elementi, si dovranno trasmettere non meno di 9000 impulsi di corrente al secondo. La riproduzione riuscirà, naturalmente, tanto più fedele nei particolari quanto più numerosi sono gli elementi in cui si scompone l'imagine, e tanto più stabile, ossia meno tremolante, quanto più numerose sono le imagini trasmesse in ogni secondo.

Si tratta dunque di una scomposizione e ricomposizione, rapidissima, delle figure e dell'invio di decine di migliaia di segnali elettrici al minuto secondo. Tuttavia la maggiore difficoltà da superare non è tanto questa rapidità di analisi e sintesi delle imagini quanto la necessità di conservare inalterati i caratteri degli impulsi di corrente che rappresentano gli elementi ottici delle imagini. Le intensità di queste correnti variabili dovrebbero essere esattamente proporzionali alla chiarezza dei rispettivi elementi ottici; invece è facile che si alterino nei circuiti, dando luogo a corrispondenti deformazioni delle imagini riprodotte.

La trasmissione degli impulsi di corrente può essere effettuata lungo un filo elettrico o anche senza fili. Per certi riguardi, quest'ultimo modo, quando gl'impulsi di corrente sono di grande frequenza, può dar migliori risultati, in quanto le correnti rapidamente variabili, attraversando un

lungo filo, subiscono deformazioni che non si manifestano nella trasmissione senza fili.

Nella televisione senza fili o *radiovisione*, come nella radiotelefonia, sono le *onde elettromagnetiche* o *radioonde* che assumono le funzioni del filo. Esse trasportano, attraverso lo spazio, su ali eteree, con la velocità della luce, gl'impulsi di corrente che rappresentano gli elementi delle imagini. Sono le stesse onde elettromagnetiche che costituiscono i raggi della luce comune, la quale ci rende direttamente visibili i corpi.

II

Le radioonde

IDEE MODERNE SULL'ELETTRICITÀ. — Abbiamo visto che, a propagare i segnali elettrici della radiotelefonia e della televisione attraverso lo spazio, servono le radioonde, le quali sostituiscono il filo elettrico delle correnti comuni, formando come un tramite immateriale per la propagazione degli impulsi di corrente.

Per svelare il mistero di queste radiazioni, che nessuno dei nostri sensi ci permette di percepire direttamente, conviene conoscere le teorie più moderne sui fenomeni elettrici, teorie che dànno di essi un' interpretazione molto più semplice ed evidente delle antiche, e rivelano, nello stesso tempo, che un intimo nesso sussiste fra la materia e l'elettricità.

La chimica del secolo scorso aveva assodato che esiste un numero limitato di corpi semplici o elementi, di cui sono composte tutte le sostanze del mondo materiale. Oggi si ammette l'esistenza di 92 elementi. Ogni corpo, poi, è costituito di particelle minutissime, le *molecole*, e queste, generalmente, di parti ancora più piccole, che sono gli *atomi* degli elementi. Gli atomi sarebbero adun

que le parti più piccole, indivisibili e immutabili della materia.

Sennonchè la fisica, in seguito a numerosi fatti venuti alla luce col nuovo secolo, ha dimostrato che gli atomi sono, alla lor volta, composti di elementi ancor più semplici: i *protoni* e gli *elettroni*. Queste sono veramente le minime pietre di cui è costituito tutto il grande edificio dell'universo. I protoni sono corpuscoli carichi di elettricità positiva e provvisti di una massa della grandezza di quella dell'atomo più leggero, ch'è l'idrogeno; gli elettroni sono carichi di un'uguale quantità di elettricità negativa e provvisti di una massa 1800 volte più piccola. Ogni atomo è composto di un nucleo, nel quale sono concentrati i protoni insieme con alcuni elettroni, e un certo numero di elettroni più liberi, detti planetari, perchè, secondo una teoria che sembra però ormai sorpassata, ruoterebbero come pianeti intorno al nucleo. Complessivamente l'atomo ha sempre un numero uguale di protoni e di elettroni, e perciò è neutro. Può, tuttavia, perdere ed anche acquistare qualche elettrone, e in tal caso diventa un *ione*, cioè una particella elettrizzata positivamente o negativamente.

Le dimensioni dell'atomo sono enormi in rapporto a quelle del suo nucleo e a quelle dell'elettrone. Sicchè si può dire che la materia è piena di... vuoto.

L'elettrone è, nello stesso tempo, l'atomo di elettricità. Tutti i fenomeni elettrici sono dovuti

a movimenti di elettroni o di ioni. Nei buoni conduttori dell'elettricità, vi sono degli elettroni che possono muoversi liberamente, attraverso gl'immensi spazi vuoti della materia. Una corrente continua, che attraversa un filo metallico, è costituita da un flusso di elettroni che si muovono in una direzione costante. Le correnti alternate e le oscillazioni elettriche sono prodotte da movimenti di va e vieni, od oscillatori, degli stessi elettroni.

LE OSCILLAZIONI ELETTRONICHE E LE ONDE ELETTROMAGNETICHE. — Quando un filo è attraversato da una corrente continua, tutt'all'intorno si forma un *campo magnetico,* cioè uno spazio entro il quale si manifesta il potere della corrente di magnetizzare un pezzo di ferro e di orientare un ago magnetico.

Finchè la corrente è costante, anche il campo magnetico da essa generato non varia; se, invece, la sua intensità cambia, vale a dire diventa vario il moto degli elettroni, si avranno delle variazioni corrispondenti del suo campo magnetico. Se gli elettroni compiono delle oscillazioni continue, le variazioni del campo che ne derivano costituiscono le onde elettromagnetiche, che si propagano nello spazio con la velocità della luce.

Se un'onda elettromagnetica incontra un filo o altro conduttore, vi induce delle oscillazioni elettroniche simili a quelle che l'hanno generata. Così

si producono le correnti indotte e le oscillazioni nei circuiti radioelettrici.

Dalle oscillazioni degli elettroni hanno dunque origine le *onde elettromagnetiche* o *radiazioni elettriche*. Con la produzione di queste radiazioni, una parte dell'energia elettrica viene ceduta dal filo allo spazio e trasportata a distanza. Quando invece esse vengono assorbite da un circuito e vi suscitano le oscillazioni elettroniche, sono esse che cedono al circuito l'energia trasportata.

Una variazione del campo magnetico agisce, per ripercussione, anche sulla corrente stessa che ne è la causa. Quando si forma il campo o cresce la sua intensità, quindi al formarsi di una corrente, gli elettroni, cedendo energia allo spazio, hanno la tendenza a rallentare il moto, o meglio resistono alla forza acceleratrice; quando il campo scompare o decresce, lo spazio restituisce l'energia al filo, e gli elettroni di questo tendono a mantenersi in moto anche quando la forza elettromotrice ha cessato di agire. E' questo il noto fenomeno dell'*autoinduzione*. Lo si comprende ancor più facilmente, ove si pensi che anche gli elettroni, come tutta la materia, sottostanno al fenomeno dell'inerzia.

Grazie alle onde elettromagnetiche, l'energia si trasmette, dunque, dai conduttori allo spazio, può propagarsi attraverso questo ad immense distanze, e può essere assorbita di nuovo da altri conduttori. Allora si producono, in questi, i fenomeni elettrici.

RADIAZIONI VISIBILI E INVISIBILI. — Il mistero delle radiazioni elettriche si svela maggiormente, riflettendo che sono della stessa natura della luce comune. Anche i raggi di luce sono prodotti da movimenti rapidissimi degli elettroni, che avvengono nell'interno degli atomi dei corpi luminosi. E uguale è anche la velocità di propagazione, cioè di 300.000 chilometri al minuto secondo. Sicchè, le radiazioni elettriche possono compiere, in un secondo, più di quattro volte il giro della terra.

Si chiederà in che cosa differiscano dunque le radiazioni luminose dalle altre radiazioni elettriche e, in generale, le diverse radiazioni elettriche tra loro. Soltanto per la *frequenza* delle oscillazioni, e per la *lunghezza dell'onda*. Durante un'oscillazione dell'elettrone la radiazione si propaga di un tratto chiamato lunghezza dell'onda. Ne segue che più rapide sono le oscillazioni, più piccola sarà la lunghezza d'onda.

Anche i raggi luminosi dei diversi colori sono prodotti da radiazioni di differente frequenza. Noi abbiamo la sensazione del rosso, se le radiazioni che colpiscono la nostra retina, hanno la frequenza di 400 trilioni di oscillazioni al secondo e una lunghezza d'onda di 0,00075 millimetri. I colori rosso, aranciato, giallo, verde, azzurro, indaco e violetto corrispondono a frequenze sempre maggiori; il violetto è prodotto da oscillazioni di frequenza circa doppia di quella della luce rossa.

I raggi di luce appariscono, dunque, di differente colore, come i suoni appariscono di differente altezza, secondo che le vibrazioni che li producono sono più o meno frequenti; e tutta la gamma dei raggi visibili, per continuare il paragone, è di una sola ottava.

Oltre a queste radiazioni visibili, esiste una varietà oltremodo estesa di radiazioni che attraversano continuamente lo spazio intorno a noi, per le quali il nostro senso visivo è completamente cieco. Si può imaginare un mondo molto più vasto e più vario di sensazioni, per esseri dotati di sensi più perfetti dei nostri.

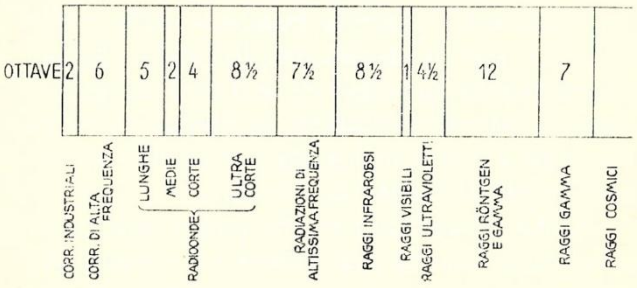


Fig. 1 - La gamma delle radiazioni elettriche.

Per farci un'idea di tutta questa varietà di onde elettromagnetiche, imaginiamo proiettate sopra uno schermo tante righe verticali quante sono le diverse radiazioni, ordinate secondo la loro frequenza, come nella fig. 1. La fascia che rappresenta tutta la luce visibile comprende la estensione di un'ottava. Alla destra di questa sono

rappresentate le radiazioni di frequenza maggiore: la *luce ultravioletta,* che ha l'estensione di $4^1/_2$ ottave; i *raggi Röntgen,* che vanno a confondersi coi *raggi gamma,* emessi dai corpi radioattivi, per un'estensione complessiva di 19 ottave; e, all'estremo della scala, dei raggi scoperti di recente, detti *cosmici,* perchè provengono dagli spazi interstellari e sono dovuti, probabilmente, a processi che ivi avvengono di ricostituzione della materia dai suoi primi elementi. Si giunge così a frequenze di sestilioni, cioè fra 10^{21} e 10^{22} oscillazioni al minuto secondo.

Nella radiotecnica, interessano le radiazioni di frequenza minore di quelle della luce, rappresentate, nel disegno, a sinistra dell'ottava dei raggi luminosi. Ma v'è ancora una zona che separa la luce visibile dalle radiazioni della radiotecnica, quella dei *raggi infrarossi,* che noi riusciamo ancora a percepire come raggi di calore. Questa ha un'estensione di $8^1/_2$ ottave.

Le *radioonde* si estendono per oltre 19 ottave. All'altro estremo della scala troviamo le onde prodotte dalle correnti alternate, che possono essere di soli 42 periodi al secondo. Le frequenze si usano indicare in *cicli* o *chilocicli;* un ciclo equivale a un'oscillazione al secondo, un chilociclo a mille.

Quando Enrico Hertz studiò la prima volta le radiazioni che da lui portano il nome, usò, per produrle, due piccole sferette di metallo, fra le quali faceva scoccare la scintilla elettrica. Essendo

piccoli i conduttori entro i quali gli elettroni devono oscillare, si ottengono oscillazioni di frequenza relativamente grande e radiazioni di piccola lunghezza d'onda. Così l' Hertz ottenne quelle che oggi nella radiotecnica si dicono le *onde corte;* la loro lunghezza va dai 10 ai 200 metri.

Guglielmo Marconi, per poter trasmettere a distanza maggiori quantità di energia, aggiunse ad una delle sfere dell'oscillatore un lungo filo elevato nell'aria, l'*antenna,* e congiunse l'altra con la terra. Aumentando così la capacità del circuito oscillante, ottenne radiazioni di grande lunghezza d'onda e piccola frequenza. Le più grandi lunghezze d'onda usate nella telegrafia senza fili sono di 20 chilometri e corrispondono a 15.000 cicli. Appartengono alle *onde lunghe.*

Quando si sviluppò la telefonia senza fili, vennero in uso le *onde medie,* di 200-600 metri, corrispondenti a 1,5-0,5 milioni di cicli.

Le onde corte, fino a pochi anni fa, si ritenevano generalmente così poco adatte alle radiocomunicazioni, che il Governo degli Stati Uniti ne lasciò libero il campo ai radioamatori. Ma questi, con i loro apparecchi a onde corte, riuscirono in breve a comunicare non solo fra loro, ma anche coi radioamatori di altri continenti, dimostrando così praticamente che le onde corte giungevano a grandi distanze con minimo impiego di energia e risentivano molto meno delle altre le perturbazioni atmosferiche.

Ma si deve rilevare che Guglielmo Marconi già nel 1916 aveva intuito i vantaggi delle onde corte, e dal 1923 aveva intrapreso degli studi sistematici per rilevarne le caratteristiche. Solo un anno dopo, inviava con esse segnali telefonici intelligibili fino agli antipodi. Nel marzo del 1930 faceva le sue celebri esperienze con le onde corte fra la nave Elettra, ancorata nel porto di Genova, e Sidney, nell'Australia, a 18.000 chilometri di distanza, riuscendo a parlare con tutta sicurezza e a comandare, alla stessa distanza, l'accensione di 3000 lampade del Municipio di Sidney.

Oggi l'uso delle onde corte va sempre più estendendosi. Come si vedrà, esse hanno un'importanza speciale per la soluzione di certi problemi della televisione.

Vogliamo considerare, infine, un'ultima specie di radioonde, dette *ultracorte,* che negli ultimi tempi sono state oggetto di interessantissimi studi. Queste si avvicinano, per le loro proprietà, molto più delle altre, ai raggi luminosi. Si propagano cambiando meno di direzione e con minime perdite di energia. Quelle di più alta frequenza sono trattenute facilmente da ostacoli e non giungono al di là del limite segnato dall'orizzonte del luogo da cui sono emesse, cioè dove non giunge la luce. Sono adatte quindi per la costruzione di apparecchi di emissione assai piccoli, facilmente portabili, e privi di antenna, da usare, tuttavia, soltanto per limitate distanze.

Alle onde ultracorte seguono ancora delle radiazioni di altissima frequenza, che confinano da ultimo col campo dei raggi infrarossi. Si riuscì persino a produrre, con piccoli oscillatori, radiazioni elettriche della stessa frequenza di quelle termiche, vale a dire veri raggi di calore.

COME SI PROPAGANO LE RADIOONDE. — Se le radioonde si propagassero sempre come la luce, senza subire notevoli cambiamenti di direzione, le

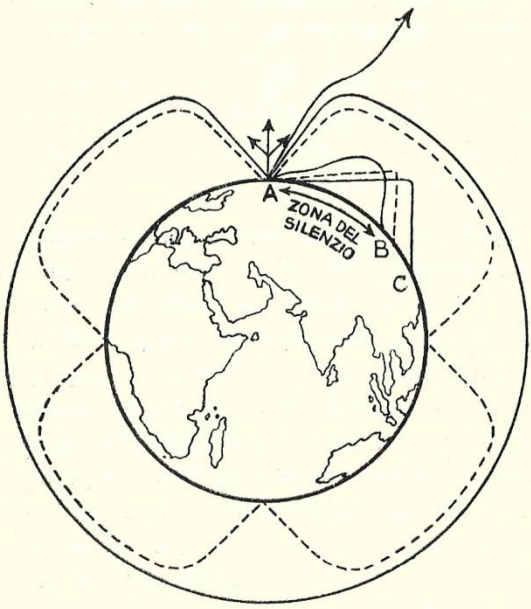


Fig. 2 - Gli strati di Kennely-Heaviside e la propagazione delle radioonde.

emissioni delle stazioni radiofoniche non giungerebbero dove non giunge, causa la curvatura della terra, la luce. Invece si riesce a trasmettere persino agli antipodi.

Le radioonde, infatti, possono propagarsi in due modi diversi: o lungo la superficie della terra, e meglio ancora lungo quella delle acque, oppure attraverso l'atmosfera, dove subiscono delle riflessioni. Vi sono cioè, ad una certa altezza dal suolo, di circa 100 chilometri, che però non è costante, degli strati d'aria ionizzata; per effetto, soprattutto, dei raggi ultravioletti del sole, le molecole dell'aria sono scomposte in particelle elettrizzate o ioni. Dai nomi di coloro che per primi ne supposero l'esistenza, sono chiamati gli *strati di Kennely-Heaviside*. Questi fanno cambiar direzione alle radiazioni elettriche e possono rifletterle, come specchi, di nuovo alla terra.

Un tale fenomeno si osserva specialmente con le onde corte. Come dimostra la fig. 2, le radiazioni possono compiere dei lunghi percorsi negli strati di Kennely-Heaviside e venir riflesse più volte dalla terra all'atmosfera e viceversa. Esse possono compiere persino più volte il giro di tutta la terra.

Causa queste riflessioni avviene poi che, proprio nelle regioni più vicine alla stazione emittente, si formano delle *zone di silenzio*, dove l'intensità con cui giungono i segnali è minima, mentre a distanze maggiori si possono percepire con intensità massima. L'estensione della zona di silenzio

e la posizione di quelle di massima intensità possono cambiare col mutare delle condizioni atmosferiche, e specialmente dal giorno alla notte; esse dipendono anche dalla lunghezza dell'onda emessa. Con radioonde di 16 metri, la zona di silenzio può estendersi fino a 2500 chilometri; con onde di 30 metri, fino a 600 chilometri; mentre non si produce affatto con onde di lunghezza superiore ai 50 metri.

Questi fenomeni di riflessione delle radioonde e le interferenze che ne possono derivare sono cause, per la ricezione, della ripetizione dei segnali a breve distanza di tempo, ossia di effetti di eco e di indebolimenti; essi producono anche nella televisione sovrapposizioni e deformazioni delle imagini.

Si è constatato persino il ritorno, al luogo di partenza, di segnali che avevano percorso una e più volte il giro della terra. Così l'uomo è riuscito a vincere veramente ogni distanza e ad estendere, in certo modo, i confini dei propri sensi dell'udito e della vista oltre ogni limite sulla sua, sia pur piccola, terra.

III

La radiotecnica

La radiotecnica e la televisione. — Molto tempo prima che la televisione fosse un fatto compiuto, furono proposti e descritti diversi sistemi completi di televisione che gl'inventori, tuttavia, non riuscirono mai ad attuare praticamente. Eppure qualcuno di quei progetti sarebbe oggi realizzabile, e non pochi apparecchi e dispositivi allora ideati sono realmente entrati nell'uso.

Questa circostanza dimostra da un canto quanto grande fosse il fascino che l'argomento esercitava sugli inventori; ma dall'altro trova anche la sua spiegazione nel fatto che, senza i moderni progressi della radiotecnica, non si sarebbe potuto giungere ad alcuna soluzione pratica del problema.

Si è ripetuto ciò che avvenne quando si trattò di risolvere il problema del volo. Leonardo da Vinci, in seguito alle sue acute osservazioni sul volo degli uccelli, costruì una macchina per volare, alla quale una sola cosa mancava per poter funzionare: un motore abbastanza leggero e potente. Fu questo difetto che ritardò di quattro secoli la soluzione definitiva del problema.

Così la radiotecnica, oltre all'aver trovato il modo migliore per produrre le onde elettromagnetiche, che occorrono per le radiotrasmissioni, e i mezzi più perfetti per rivelarne la presenza, ha reso possibile l'amplificazione di correnti debolissime, per sè assolutamente insufficienti sia al trasporto dei segnali a grandi distanze, sia a mettere in azione gli apparecchi riceventi.

LA VALVOLA TERMOIONICA COME RADDRIZZATRICE DI CORRENTI. — L' invenzione capitale della radiotecnica è la *valvola termoionica,* che meglio si dovrebbe chiamare *termoelettronica,* una lampada veramente meravigliosa, che serve alle funzioni più diverse. A questa invenzione condusse una osservazione fatta dallo stesso inventore delle comuni lampadine elettriche, l' Edison, già nel 1883. Egli osservò, cioè, che un filamento metallico, portato all'incandescenza, emette elettroni, e che tale emissione è tanto più intensa quanto maggiore ne è il riscaldamento.

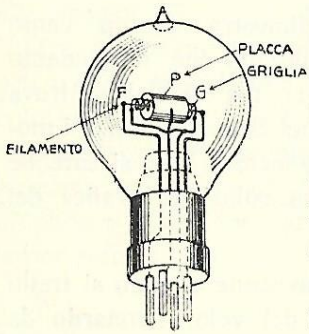


Fig. 3
La valvola termoionica

La valvola, nella forma più comunemente usata e nota a tutti i radioamatori, è il *triodo,* costruito nel 1907 dall'americano Lee de Forest. E' chiamato così perchè consiste di un'ampolla, quasi

vuota d'aria, nella quale mettono capo tre elettrodi, ossia tre estremi di circuiti elettrici: il *filamento* F, che nella fig. 3 si vede nel mezzo, la *placca* P, rappresentata da un cilindro metallico, e la *griglia* G, situata framezzo ai due altri elettrodi, costituita, nel nostro modello, da una sottile spirale.

La fig. 4, che rappresenta la stessa valvola schematicamente, serve a spiegarne il funzionamento. Il filamento F viene riscaldato da una batteria apposita della tensione di 4 volta (*r*). Questa corrente non ha altro scopo che quello di rendere incandescente il filo, per provocarne la

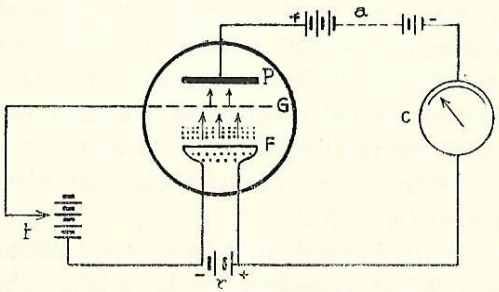


Fig. 4. — Funzionamento della valvola termoionica come raddrizzatrice e amplificatrice di correnti.

emissione elettronica. Allora si forma intorno ad esso come una nebbia di elettroni; questi, essendo carichi di elettricità dello stesso nome, si respingono l'un l'altro, ostacolando un'ulteriore emissione; d'altra parte sono attratti dallo stesso filamento, perchè questo, in seguito alla perdita

delle cariche elettroniche negative, si elettrizza positivamente.

In un secondo circuito, del quale fa parte anche il filamento, si trova una batteria di un potenziale molto più elevato, per esempio di 80 volta, detta l'*anodica a.*

La corrente degli elettroni, provocata da questa batteria, tende pure ad attraversare la valvola nella direzione filamento-placca. Con altre parole, avendo la placca un potenziale positivo, essa tende ad assorbire una quantità più o meno grande degli elettroni emessi dal filamento. Ma, essendo l'ampolla quasi vuota, la corrente vi incontra una grande resistenza al suo passaggio.

In questo punto giova notare che, quando si parla comunemente di corrente elettrica, per un uso purtroppo invalso da quando non era nota ancora l'esistenza degli elettroni, s'intende parlare della corrente positiva, la quale avrebbe una direzione contraria a quella del moto degli elettroni o corrente elettronica.

Ora, sulla formazione della corrente filamento-placca influisce grandemente la griglia, che si trova fra l'uno e l'altra. Essa regola questa corrente quasi fosse una vera griglia a maglie variabili e tali da lasciar passare una quantità maggiore o minore di elettroni dal filamento alla placca. In realtà, la sua azione non è di natura meccanica, ma puramente elettrica. Se il potenziale della griglia è negativo rispetto a quello del filamento, essa respingerà gli elettroni e impedirà così la

formazione della corrente nel circuito della placca; se il suo potenziale è positivo, attirerà gli elettroni e ne accelererà il movimento verso la placca. La pila *t* della figura serve appunto a portare la griglia a differenti potenziali. L' amperometro *c* dimostra allora che, col variare del potenziale della griglia, si formano delle correnti più o meno intense nel circuito della placca.

Queste correnti sono, tuttavia, sempre della stessa direzione. Sicchè, anche se il circuito di griglia è percorso da correnti alternate, quello di placca sarà attraversato sempre da impulsi di corrente unidirezionali. In questo modo la valvola funziona da *raddrizzatrice* di correnti.

LA VALVOLA TERMOIONICA COME AMPLIFICATRICE DI CORRENTI. — Le correnti di placca, prodotte dagli eccitamenti della griglia, possono essere molte volte più intense degli impulsi di corrente inviati a quest'ultima, poichè esse traggono la loro energia dalla batteria anodica. La valvola funziona in tal modo da *amplificatrice* delle correnti. Essa è in grado di rivelare immediatamente anche i più deboli impulsi di corrente che giungano alla griglia, e rappresenta, perciò, un *soccorritore elettrico* o *relais* praticamente privo di inerzia, il più sensibile e perfetto che si conosca.

Il potere di amplificazione può essere ancora accresciuto, usando più di una valvola. In questo caso, il circuito di placca della prima valvola è accoppiato col circuito di griglia della prossima,

in modo che gl'impulsi di corrente, già amplificati nel primo, suscitino, per induzione, delle oscillazioni elettriche nel secondo circuito, che subiranno quindi una seconda amplificazione.

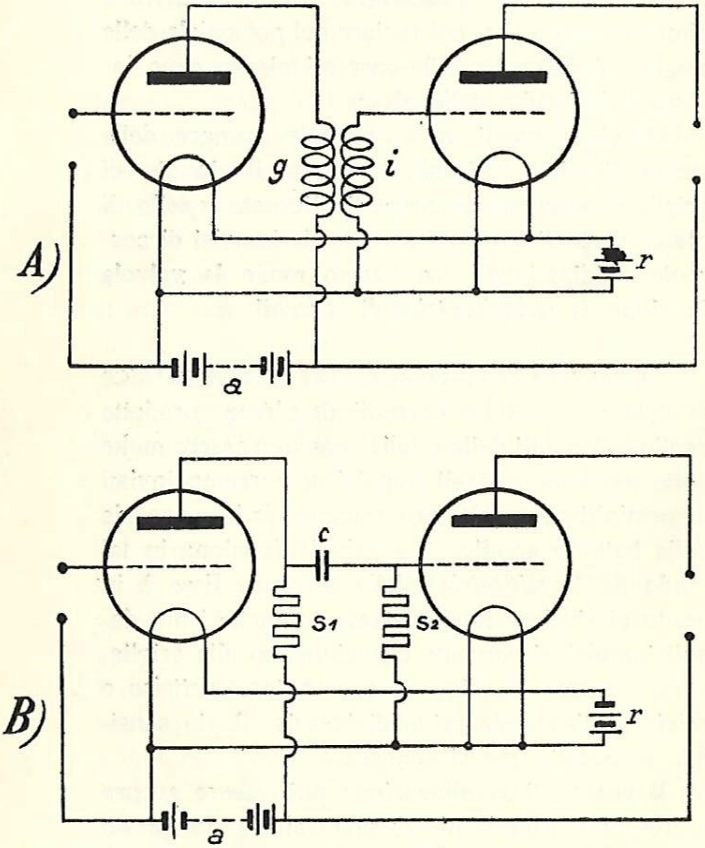


Fig. 5. — A) Accoppiamento induttivo.
B) Accoppiamento capacitativo di due valvole.

Tale accoppiamento di due circuiti, assai frequente nella radiotecnica, può essere effettuato in diversi modi. La fig. 5 A dimostra un esempio di *accoppiamento induttivo* fra i circuiti di due valvole. In ciascuno di questi è inserita una spirale (*g* e *i*). Le due spirali sono avvicinate l'una all'altra o avvolte sullo stesso rocchetto. Le oscillazioni elettriche inviate all'una di queste spirali fanno nascere, per induzione, delle oscillazioni elettriche anche nell'altra.

La fig. 5 B mostra, invece, un accoppiamento *capacitativo* o meglio a capacità e resistenza. Il circuito della placca della prima valvola e quello di griglia della seconda sono congiunti rispettivamente con due piastre metalliche, affacciate l'una all'altra, ma separate da uno strato d'aria, che costituiscono ciò che si chiama un *condensatore elettrico* (*c*). Le oscillazioni elettriche si trasmettono dall'una all'altra piastra per il solito effetto di induzione. Le resistenze s_1 e s_2 servono a produrre le opportune cadute di potenziale, e in particolare la s_2 a portare la griglia a quel potenziale medio ch'è necessario al suo funzionamento. Negli apparecchi di televisione, questo secondo modo di accoppiamento è preferibile al primo, perchè riproduce più fedelmente, cioè senza alterazioni, i più diversi impulsi di corrente.

Usando più valvole accoppiate in questo modo tra loro, si ottengono amplificazioni di corrente sempre maggiori. Se una valvola amplifica per esempio 10 volte le correnti, quattro

valvole dànno un'amplificazione che sarà di $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10.000$ volte.

Le valvole amplificatrici hanno trovato oggi le più svariate applicazioni. Grazie al loro uso non vi sono più limiti di distanze per gli impianti delle linee telefoniche. Lungo queste linee, là dove le correnti, causa il lungo percorso, giungono indebolite, esauste e incapaci di far vibrare la lamina del telefono, con l'aiuto delle valvole amplificatrici sono risanguate, provviste di nuova energia e così, se occorre, anche più volte, a diverse distanze. Le correnti delle linee telefoniche, che da poco tempo uniscono l'Italia con l'America e l'Australia, sono trasmesse in questo modo in cavo fino a Londra, quindi ad una stazione costiera, e da qui, per mezzo delle radioonde, sono lanciate attraverso l'Oceano all'altro continente.

LA VALVOLA TERMOIONICA COME GENERATRICE DI OSCILLAZIONI ELETTRICHE. — La valvola termoionica è infine anche il miglior mezzo, oggi generalmente usato, per produrre le oscillazioni elettriche e quindi le radioonde occorrenti per la propagazione degli impulsi di corrente che rappresentano i segnali acustici o ottici nelle radiotrasmissioni.

La fig. 6 rappresenta un dispositivo molto usato per la produzione delle oscillazioni elettriche. Nel circuito di placca di una valvola troviamo inserito un circuito oscillante *o*. Questo è costi-

tuito di una spirale di filo *i*, detta *induttanza*, e di un *condensatore c*; il condensatore è formato di due piastre metalliche parallele, separate da uno strato d'aria, oppure di due serie di tali piastre combinate tra loro.

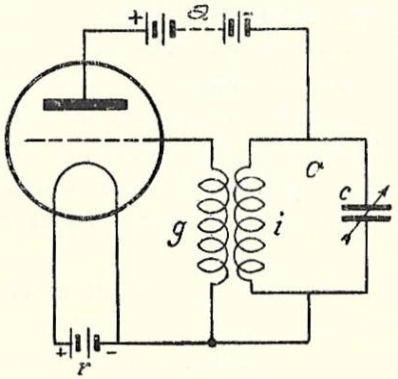


Fig. 6 - La valvola termoionica come oscillatrice.

Per effetto della batteria anodica *a*, il condensatore si carica finchè la differenza dei livelli elettrici o tensione delle due piastre assume un massimo valore; subito dopo, il moto degli elettroni si inverte, e questi, attraversando la spirale *i*, caricano le piastre del condensatore a due livelli elettrici inversi rispetto a quelli della prima carica. Tale moto degli elettroni si ripete con grande rapidità e costituisce le oscillazioni elettriche del circuito.

A mantenere queste oscillazioni regolari e persistenti contribuisce essenzialmente la griglia. Nel

circuito di questa si trova inserita un'altra spirale *g*, accoppiata induttivamente con quella del circuito di placca *i*. In seguito alla induzione esercitata da un circuito sull'altro, ogni impulso di corrente che attraversa la *i* suscita una corrente nella *g*, la quale fa variare la tensione della griglia. Queste variazioni dello stato elettrico della griglia suscitano alla lor volta delle correnti amplificate nel circuito anodico e rendono così più intense le oscillazioni di questo. In seguito a tale azione reciproca dei due circuiti, si stabiliscono delle oscillazioni persistenti, che ricavano l'energia necessaria alla loro conservazione dalla batteria anodica.

La durata di ciascuna di queste oscillazioni, e quindi la loro frequenza, dipendono dalle qualità del circuito oscillante, e precisamente: dalla sua capacità, rappresentata particolarmente dal condensatore *c*, e dalla sua induttanza, rappresentata dalla spirale *i*. Il tempo che gli elettroni impiegano per compiere un'oscillazione è maggiore, se è più grande la capacità del condensatore, che essi devono caricare ad una determinata tensione. Inoltre, attraverso la spirale, il loro moto viene più o meno ritardato, per effetto dell'autoinduzione; sicchè la durata dell'oscillazione aumenterà anche col crescere dell'induttanza.

La legge matematica che rappresenta in modo preciso questa dipendenza della durata di oscillazione T dalla capacità C e dal coefficente di autoinduzione L, è data dalla formula

$$T = 2\pi\sqrt{L.C}$$

dove $\pi = 3{,}1415..$ è il numero noto dalla rettificazione del cerchio.

La frequenza delle oscillazioni, ch'è inversamente proporzionale alla loro durata, sarà quindi tanto maggiore quanto minori sono la capacità e l'autoinduzione del circuito.

Per far variare la capacità, si usano dei circuiti provvisti di piastre girevoli, che permettono di aumentare o diminuire l'estensione delle superfici che si stanno di fronte. La freccia della figura sta appunto a indicare tale possibilità di variazione. Per far variare l'induttanza, si inserisce nel circuito un maggiore o minore numero di spire.

TRASMISSIONE E RICEZIONE DELLE RADIOONDE. — Le oscillazioni elettriche di un circuito fanno variare, con lo stesso ritmo, il campo elettrico circostante. Se esso è congiunto o accoppiato con un'antenna, questa emetterà nello spazio radioonde, che saranno di lunghezza tanto minore quanto più grande è la frequenza delle oscillazioni degli elettroni.

Le radioonde si propagano con velocità fulminea in tutte le direzioni e, incontrando una antenna simile a quella che le ha emesse, possono mettervi in oscillazione gli elettroni con uguale frequenza. Si dice allora che sono captate dall'antenna, e nell'apparecchio ricevente ad essa con-

giunto si ha nello stesso tempo la ricezione dei suoni o delle imagini.

Ma si comprenderà facilmente che, qualora l'antenna captasse indifferentemente tutte le radioonde che vi giungono, non si percepirebbe che una confusione babilonica di segnali indistinti. E' necessario dunque che, mentre si riceve una data trasmissione, si possano escludere tutte le altre, nonchè ogni sorta di disturbi, dei quali può esser causa un qualunque circuito elettrico non troppo lontano, percorso da correnti variabili o oscillazioni elettriche. E' dunque indispensabile che nel circuito ricevente si operi una selezione fra le radioonde in arrivo.

Per raggiungere questo scopo, deve esserci nella stazione ricevente un circuito oscillante del tutto simile a quello della stazione trasmettente o, meglio, capace di oscillare con la stessa frequenza. Perciò si inseriscono delle induttanze e delle capacità variabili nel circuito antenna-terra ed eventualmente in altri circuiti che sieno accoppiati con questo. Cambiando questi elementi dei circuiti oscillanti, cambia anche la frequenza delle oscillazioni che gli elettroni vi possono eseguire. Questi si metteranno in oscillazione, per risonanza, con la massima intensità soltanto quando le radioonde captate dall'antenna saranno della stessa frequenza; non oscilleranno affatto per frequenze alquanto diverse. Con altre parole, il circuito ricevente dev'essere *accordato* o *sintonizzato* su quello trasmettente. E' ciò che si fa

quando si girano le manopole di un ricevitore radiotelefonico.

Per aumentare il potere selezionatore di un impianto ricevente, si usano più circuiti oscillanti accordabili, cioè provvisti di capacità e induttanza, delle quali almeno una, o ambedue, sieno variabili. Ciascuno di questi circuiti si accoppia induttivamente col precedente per mezzo di un radiotrasformatore. Essi agiscono come filtri per le correnti estranee e perturbatrici e, aumentando la selettività dell'impianto, contribuiscono a rendere più pura la ricezione.

MODULAZIONE DELLE RADIOONDE. — Le radioonde prodotte dal circuito oscillante di una valvola termoionica, sul quale non agiscano per induzione correnti estranee, sono molto regolari. Si possono imaginare della forma rappresentata dalla fig. 7, I.

Ora imaginiamo che quel circuito nel quale si producono gl'impulsi di corrente generati dalle oscillazioni acustiche della telefonia o dalle variazioni di luminosità nella trasmissione delle imagini (fig. 7, II), sia accoppiato induttivamente col circuito oscillante che genera le radioonde. Dalla sovrapposizione delle due specie di movimenti, a cui saranno assoggettati gli elettroni dello stesso circuito, avranno origine delle radioonde deformate o *modulate*, quali si vedono nella fig. 7, III. In queste sussistono ancora le radioonde di piccola lunghezza, ma le loro ampiezze sono diversamente

modificate, in modo che sull'onda fondamentale, detta *onda portante,* appariscono disegnate, quasi ricami, le *modulazioni,* che rappresentano gli impulsi di corrente trasportati dall'onda.

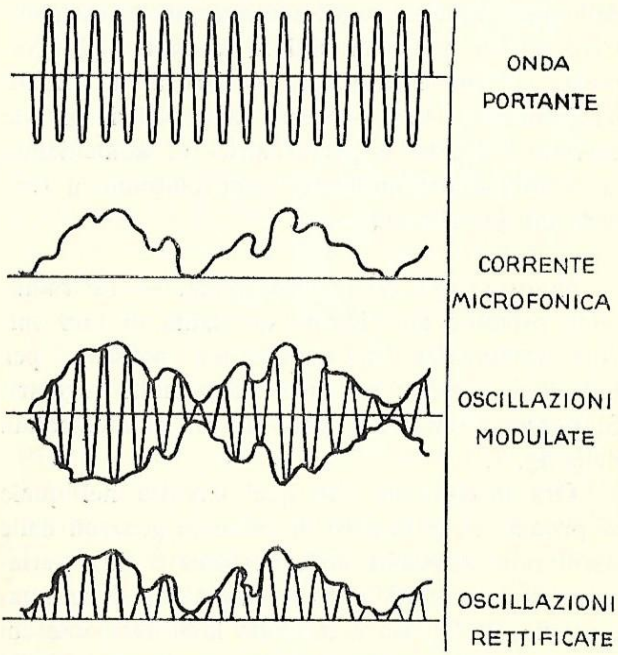


Fig. 7 - Modulazione delle radioonde.

Le modulazioni, come apparisce anche dalle figure, corrispondono ad oscillazioni di minor frequenza e maggior lunghezza d'onda di quelle dell'onda portante. Perciò si parla di una bassa e di un'alta frequenza.

Alla stazione ricevente, le deboli oscillazioni elettriche, indotte nell'antenna, vengono amplificate una o più volte. Quindi si devono ricavare da esse quegli impulsi di correnti unidirezionali che possono agire sul ricevitore telefonico, teleidografico o televisivo; le radioonde devono essere dunque demodulate. A questo compito provvede una valvola raddrizzatrice, che rinforza particolarmente la metà positiva dell'onda, come dimostra l'ultima figura (fig. 7, IV).

IMPIANTI COMPLETI DI TRASMISSIONE E DI RICEZIONE RADIOELETTRICA. — Riassumeremo brevemente quali sono le parti essenziali, anzitutto, di una stazione trasmettente, seguendo la scorta della fig. 13 a pag. 61, che le rappresenta schematicamente:

un circuito oscillante (*o*), con la relativa valvola termoionica (*v*) e le necessarie batterie o altri generatori di corrente, per la produzione delle radioonde;

un circuito contenente gli apparecchi che trasformano le oscillazioni di suono o di luce in impulsi di corrente (c);

i circuiti che servono all'amplificazione di questi impulsi con le relative valvole (*a* ed *m*), dei quali l'ultimo (*s*) accoppiato col circuito oscillante, in modo che vi si producano delle oscillazioni di alta frequenza modulate;

un circuito antenna-terra (N), accoppiato col circuito delle oscillazioni modulate e amplificate, per la emissione delle radioonde.

Le parti principali di una stazione ricevente, che si possono seguire sulla figura 15 a pag. 66 saranno:

un circuito antenna-terra (N) ed eventualmente altri circuiti oscillanti ad esso accoppiati (*v*), con capacità e induttanza variabili, che permettano di accordarli con la stazione emittente di cui si vogliono captare le radioonde, e le relative valvole amplificatrici dell'alta frequenza (*a*);

un circuito rivelatore, con valvola raddrizzatrice (*r*), destinato a rendere gli impulsi di bassa frequenza, rappresentati dalle modulazioni;

eventuali circuiti con valvole amplificatrici della bassa frequenza (*m*);

il circuito di uscita, nel quale sono inseriti gli apparecchi per la ricezione.

Si può avere anche un impianto ricevente molto più semplice, nel quale una sola valvola serve nello stesso tempo per la amplificazione e per la rettificazione.

I circuiti menzionati possono essere combinati e accoppiati tra loro in diversi modi, assai numerosi. Dal numero dei circuiti impiegati e dal modo come sono combinati dipendono le caratteristiche e la bontà della ricezione.

Anche l'antenna può avere forme diverse ed anche esser sostituita da un telaio con alcuni avvolgimenti di filo, detto *quadro*.

Di questi ed altri particolari si occupa la radiotecnica, che fa ogni giorno nuovi progressi. I vari organi degli impianti subiscono continue modificazioni e perfezionamenti, che naturalmente ridondano anche a beneficio della radiotrasmissione delle imagini.

Di grande vantaggio, per la potenza e la fedeltà della ricezione, è l'uso delle così dette *valvole schermate,* che va sempre più generalizzandosi. In queste vi è un quarto elettrodo, che fa da schermo alla placca, eliminando gli effetti di capacità nocive della valvola stessa. Si costruiscono persino valvole con 5 elettrodi.

Infine, onde poter adoperare le comuni correnti industriali, alternate, per il riscaldamento dei filamenti, si costruiscono oggi *valvole a riscaldamento indiretto,* nelle quali la sostanza che emette gli elettroni è sparsa sopra un cilindretto di materia isolante, nell'interno del quale passa il filo attraversato dalla corrente di riscaldamento.

Ma tutti questi particolari si devono ricercare nei manuali speciali di radiotecnicà o di radiotelefonia, che diventano sempre più numerosi e più voluminosi.

IV

I più semplici sistemi di teleidografia

La teleidografia e la televisione. — Lo sviluppo della teleidografia ha tracciato la via alla soluzione del problema della televisione. Nei primi progetti ideati, questa si confonde addirittura, per la costruzione degli apparecchi riceventi, con la teleidografia, in quanto le imagini ricevute sono semplici disegni su carta, e quindi fisse. Soltanto la trasmissione del soggetto era immediata. Del resto alle figure animate non si pensava neppure in un tempo in cui il cinematografo non era ancora conosciuto.

Perciò, la conoscenza delle principali soluzioni che ha trovato il problema della trasmissione delle imagini è anche utile per la comprensione dei vari sistemi di televisione.

Ai progressi raggiunti in questo campo negli ultimi decenni hanno contribuito soprattutti: in Germania Arturo Korn, che fin dal 1901 s'è dedicato allo studio e al perfezionamento della telefotografia, di cui va considerato come il vero inventore, e Augusto Karolus; in Francia Edoardo Belin, che ha pure ideati e perfezionati, in molti anni di lavoro, parecchi sistemi teleidografici.

Il più semplice sistema di trasmissione teleidografica. — Nei sistemi oggi generalmente usati si trovano sempre due cilindri, uno nella stazione trasmettente ed uno in quella ricevente, intorno ai quali si avvolge il foglio su cui è impressa o si vuol ricevere l'imagine (fig. 8).

Un motore, oppure un apparecchio di orologeria, imprime al cilindro un moto di rotazione, mentre uno stiletto h, fissato ad un carrello g, percorre longitudinalmente il foglio in modo da descrivere sullo stesso una linea elicoidale. Il carrello viene mosso per mezzo della rotazione di una vite continua f, sulla quale esso è infilato. L'apparecchio ricorda i primitivi fonografi. Ma il moto longitudinale può esser eseguito anche dallo stesso cilindro, nel quale caso lo stiletto sta fermo.

Il sistema più semplice, per la trasmissione, consiste nel disegnare la figura o lo scritto sopra un foglio di rame o di carta argentata con inchiostro isolante, che può essere anche colorato. Per ottenere la riproduzione delle mezze tinte, si scompone preventivamente l'imagine in righe parallele all'asse del cilindro o in quadratini, facendone la fotografia attraverso un reticolo, prima di riprodurla sul metallo.

Lo stiletto e il foglio metallico sono inseriti in un circuito elettrico, in modo che la corrente di questo debba passare dall'uno all'altro. In seguito alla rotazione del cilindro e allo spostamento longitudinale dello stiletto, tutta la figura viene esplorata punto per punto. Quando lo stiletto passa

sopra lo strato isolante, la corrente s'interrompe, mentre può attraversare il circuito, quando esso tocca le parti scoperte del metallo. Così si generano nel circuito quegli impulsi di corrente che rappresentano gli elementi del disegno.

Questi impulsi saranno tanto più numerosi, e la trasmissione sarà quindi tanto più fedele, quanto più piccolo è il passo della vite che guida il carrello. Se questo è di $^1/_4$ di mm, come negli apparecchi del Belin, lo stiletto descriverà quattro linee attigue l'una all'altra per ogni millimetro, e un elemento di superfice esplorata sarà di $^1/_{16}$ di mmq. Il passo internazionale è di $^1/_3$ di mm.

Gl' impulsi di corrente così generati vengono amplificati e inviati quindi, lungo un filo, all'altra stazione. Nelle trasmissioni senza filo sono inviati invece ad un circuito modulatore dell'alta frequenza e si propagano attraverso lo spazio come modulazioni delle radioonde. Alla stazione ricevente, si ricavano da queste modulazioni gli elementi onde ricostruire l'imagine.

Tale metodo per la trasmissione è fondato sugli stessi principi che il Caselli applicò nella costruzione del suo *pantelegrafo*. In questo, solamente l'esplorazione delle figure era fatta diversamente, e cioè mediante le oscillazioni di un pendolo, munito di una punta che scorreva sul disegno. Nella stazione ricevente un pendolo di uguale durata di oscillazione riproduceva l'imagine.

METODO CHIMICO DELLA RICEZIONE. — Secondo il principio elettrochimico del Caselli sono costruiti anche gli odierni ricevitori usati dai dilettanti.

Un foglio di carta viene imbevuto di una soluzione, che si decompone, e perciò si tinge, al passaggio di una corrente elettrica. Si usa, per esempio, il ioduro di potassio, che si tinge in bruno, oppure il ferrocianuro di potassio, mescolato col nitrato di ammonio, che dà una colorazione azzurra.

Il foglio così preparato si avvolge intorno al cilindro dell'apparecchio ricevente. Cilindro e stiletto di questo devono muoversi con la stessa velocità di quelli dell'apparecchio trasmettente; vi dev'essere fra i due un perfetto *sincronismo*.

Se si tratta di trasmissione su filo, le correnti vengono amplificate per mezzo di una o più valvole termoioniche. Se la trasmissione è effettuata per mezzo delle radioonde, queste devono essere amplificate e rettificate, in modo da ricavare, dalle loro modulazioni, quegli impulsi unidirezionali di corrente che possono produrre la decomposizione chimica della soluzione.

Ogni impulso di corrente produrrà un segno sulla carta, mentre questa resterà inalterata quando non passerà corrente, vale a dire quando lo stiletto della stazione trasmettente passerà sopra le parti coperte dalla sostanza isolante. Così si otterrà una serie di segni, che rappresentano gli elementi della figura. Questa, invero, apparirà disegnata in

chiaro su fondo oscuro, se all'apparecchio trasmettente la figura è disegnata coll'inchiostro isolante sul fondo metallico. Ma si potranno anche invertire le parti.

La fig. 8 rappresenta uno dei più semplici ricevitori teleidografici, di E. Nesper. Nella cassetta provvista di manovella, si trova un forte

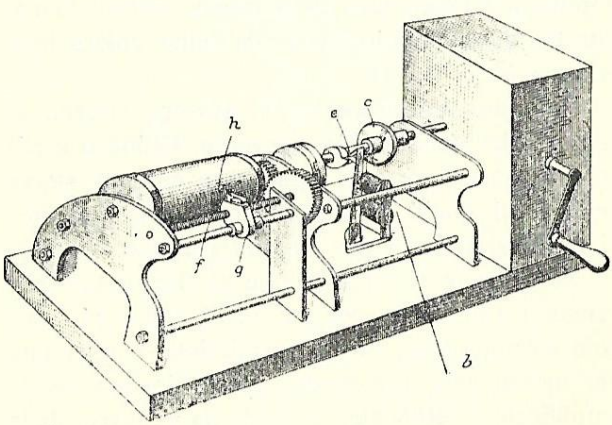


Fig. 8 - Modello di un semplice ricevitore teleidografico.

apparecchio di orologeria, che serve a mettere in moto il rullo e il carrello. Questo si carica prima della ricezione. Per poter usare, eventualmente, anche di un motore elettrico, in luogo dell'apparecchio di orologeria, è applicata all'asse la ruota *c*, che serve alla trasmissione del moto. Questo apparecchio si può inserire al posto dell'altoparlante di un comune impianto ricevente, purchè

discreto, di radiotelefonia. Si ottengono imagini della grandezza di cm 15 per 20.

Anche in Italia si è costruito un ricevitore di questo tipo, chiamato l'*italografo*, alquanto perfezionato e più complesso in parecchi particolari. In questo si muove soltanto il carrello con lo stiletto, descrivendo tanto il moto rotatorio intorno al cilindro, ch'è fisso, quanto il moto progressivo. Così si ottiene che le parti mobili sieno più leggere.

Il sincronismo dei rulli. — Per la buona riuscita di una ricezione sono condizioni indispensabili: 1. che i due rulli della stazione trasmettente e di quella ricevente si muovano con la stessa velocità, sieno cioè in perfetto *isocronismo;* 2. che la trasmissione e la ricezione si inizino nello stesso momento e, più in generale, che non subentri mai fra l'una e l'altra una differenza di fase, ossia che vi sia anche perfetto *sincronismo.*

Molti sono i sistemi adottati per il raggiungimento di questi fini. Il più usato e più pratico per il radioamatore è quello dell' *arresto* e *partenza;* è anche il sistema adottato dal Korn, dal Nesper e nell'italografo.

Il rullo dell'apparecchio ricevente gira con una velocità leggermente superiore a quella dell'apparecchio trasmettente, ma quando ha compiuto un giro, incontra un arresto *e* e si ferma. Questo avviene, naturalmente, solo un istante prima che anche il rullo dell'apparecchio trasmettente abbia compiuto il suo giro; e nello stesso

momento, un commutatore, applicato all'asse, inserisce automaticamente, al posto del ricevitore delle imagini, il circuito di un soccorritore, destinato a chiudere la corrente della elettrocalamita *b*. Quando anche il rullo del trasmettitore ha compiuto il suo giro, viene trasmesso un energico impulso di corrente, il quale, agendo sul soccorritore, chiude il circuito dell'elettrocalamita. Questa, attirando una molla, toglie l'arresto *e*, il quale lascia libero il rullo. Allora ricominciano anche la trasmissione e la ricezione del prossimo giro.

Così i due cilindri partono nello stesso momento dopo ogni giro. Le variazioni di velocità che possono subentrare durante un giro sono troppo piccole, per produrre una deformazione notevole dell'imagine. Il quadro sarebbe un po' deformato causa la differenza di velocità fra l'uno e l'altro cilindro, ma questa deformazione si può correggere, facendo un po' più piccolo il cilindro ricevente e riducendo, quindi, lievemente le dimensioni dell' imagine.

Il segnale di sincronismo, purchè funzioni bene il dispositivo dell'arresto e partenza, non può nuocere alla ricezione, poichè il quadro non occuperà tutto il foglio e il segnale giunge quando dovrebbe avvenire l'esplorazione di uno dei bordi liberi di esso, e quindi in un intervallo di tempo in cui non ha luogo alcuna trasmissione della imagine.

Un altro mezzo assai semplice di provvedere al sincronismo dei ricevitori, quando si possa

disporre di correnti industriali della stessa rete, è quello di usare motori sincroni alimentati da queste correnti. Questi avranno sempre lo stesso periodo di rotazione.

Molti altri sono i sistemi escogitati per regolare il sincronismo dei rulli. Più sicuri, perchè non soggetti ai perturbamenti della trasmissione, ma più complicati, sono quelli a regolazione locale, usati dal Belin, dal Karolus e da parecchie società americane. I motori sono regolati separatamente e indipendentemente per mezzo delle vibrazioni di due diapason, che agiscono su due circuiti oscillanti, e possono mantenere per lungo tempo una sufficente costanza di movimento. Questi diapason vengono controllati fra loro con segnali appositi, inviati prima che s'inizi la trasmissione dell'immagine, coi quali si regola anche la fase. Di questo e di altri sistemi, usati anche nella televisione, si tratterà più particolarmente nei successivi capitoli.

V

La teleidografia e la cellula fotoelettrica

LA CELLULA AL SELENIO. — L' interessamento dei dilettanti per la teleidografia è andato ben presto scemando, tanto che alcune stazioni europee, che avevano intrapreso la radiotrasmissione delle imagini, cessarono di funzionare. Varie sono le cause di questo fatto: lo scarso interesse destato dai programmi, la qualità delle imagini ricevute con gli apparecchi dei radioamatori, i prezzi relativamente alti degli apparecchi; non ultimo, l'interessamento sempre maggiore rivolto alla televisione, che presenta un'attrattiva ben più grande per il dilettante.

Tuttavia, se in questo campo la teleidografia sarà sostituita dalla televisione, i progressi da essa raggiunti con lo sviluppo delle trasmissioni fotografiche la rendono utilissima a numerosi altri scopi. Inoltre, lo sviluppo della telefotografia contribuì all'invenzione e al perfezionamento di apparecchi che poi furono sfruttati per la televisione e ne resero possibile un molto rapido progresso.

Per riuscire a trasmettere una fotografia, un disegno qualunque direttamente, cioè senza doverne eseguire preventivamente un'apposita riproduzione, è necessario di poter trasformare

direttamente chiaroscuri, ossia variazioni di intensità di luce, in impulsi di corrente. A questo scopo fu usato da prima il selenio. Già dal 1873 si sapeva che questo elemento cambia la sua resistenza elettrica per effetto della luce.

Imaginiamo che nel circuito di una batteria sieno inseriti un pezzo di selenio e un galvanometro. Nell'oscurità l'intensità della corrente indicata dal galvanometro sarà minima, essendo massima la resistenza opposta dal selenio al suo passaggio. Proiettando sul selenio un fascio di luce, l'intensità della corrente aumenterà e diventerà tanto più grande quanto più intensa è l'illuminazione. Facendo variare l'intensità della luce, correnti variabili percorreranno il circuito. In questo modo, le variazioni della luminosità si convertono in impulsi di corrente elettrica.

Il selenio è stato usato nel primo apparecchio di telefotografia costruito dal Korn, nel 1904. Nella stazione trasmettente, una pellicola, su cui era impressa l'imagine, si avvolgeva sopra un cilindro di vetro. Nell'interno di questo era collocata la così detta *cellula al selenio*. La luce di una lampada giungeva al selenio dopo aver attraversato la pellicola e, in seguito ai movimenti del cilindro, la percorreva successivamente in tutti i suoi punti. Così si generavano nel circuito della cellula impulsi di corrente di intensità proporzionale alla trasparenza degli elementi di superfice esplorati. La fig. 11 rappresenta un

apparecchio moderno, costruito sullo stesso principio, che sarà descritto più sotto.

Alla stazione ricevente, per trasformare di nuovo gl'impulsi di corrente in segnali luminosi, il Korn usò da prima una lampada a gas incandescente, molto sensibile, la cui luminosità veniva regolata per mezzo di quelle correnti variabili; la lampada emetteva degli sprazzi di luce di intensità corrispondente alle correnti trasmesse. Questa luce variabile, concentrata per mezzo di una lente sopra una pellicola fotografica sensibile, avvolta intorno al solito cilindro girevole, vi imprimeva, punto per punto, la fotografia. Da ultimo si doveva ancora sviluppare e fissare l'imagine coi soliti processi fotografici.

Il selenio colpito dalla luce presenta notevoli variazioni di resistenza elettrica, ma queste non sono purtroppo abbastanza pronte nel seguire le variazioni dell'intensità luminosa. Sono soggette ad una certa inerzia, per cui l'uso della cellula al selenio richiede del tempo e dà luogo ad inconvenienti nella trasmissione delle imagini. Recenti sistemi perfezionati di costruzione ne hanno diminuita notevolmente l' inerzia. Tuttavia, la televisione deve i suoi progressi all' invenzione di un'altra cellula, molto più sensibile alla luce, la *cellula fotoelettrica.*

La cellula fotoelettrica. — Alcuni metalli hanno la proprietà di emettere elettroni, quando

sono colpiti dalla luce; fra questi, in primo luogo, i metalli alcalini, come il potassio, il sodio e il cesio, i quali contengono elettroni solo leggermente legati al nesso atomico. L'emissione elettronica è tanto più intensa quanto più intensa è l'illuminazione.

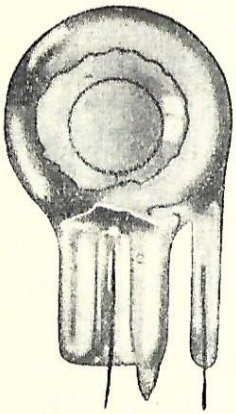


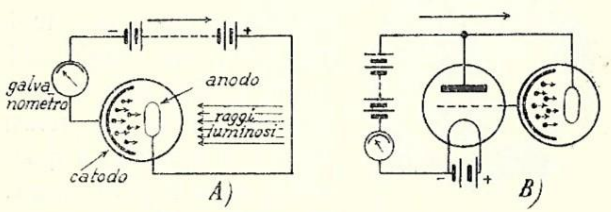
Fig. 9.
La cellula fotoelettrica.

La fig. 9 rappresenta una cellula fotoelettrica: un'ampolla quasi vuota o contenente un gas molto rarefatto, sul fondo della quale è steso uno strato di potassio sopra un rivestimento di argento; a questo mette capo il polo negativo di una batteria; di fronte ad esso sta un anello metallico, spesso munito di una reticella, che si congiunge con l'altro polo. Lo strato metallico costituisce quello che si chiama il catodo, l'anello l'anodo dell'ampolla.

Nella fig. 10A) è rappresentata schematicamente la stessa cellula inserita nel circuito di una batteria insieme ad un galvanometro. Finchè essa si trova al buio, non passa alcuna corrente attraverso il circuito, costituendo il gas, estremamente rarefatto, una resistenza insuperabile al suo passaggio. Non appena un fascio di luce cade sopra lo strato sensibile, gli elettroni, tosto emessi

dal catodo e attratti dal polo positivo della cellula, costituiscono come un ponte per la corrente, e il galvanometro ne rivela la presenza.

Si ottengono in questo modo correnti molto deboli, inferiori ai milionesimi di ampére, ma esse variano quasi istantaneamente col mutare dell'intensità dell'illuminazione e sono proporzionali a questa intensità.



Fig, 10 - Funzionamento della cellula fotoelettrica.

Per ottenere correnti più intense, basta combinare la cellula fotoelettrica con una valvola amplificatrice, come si vede nella fig. 10 B). Il catodo della cellula è congiunto con la griglia della valvola. Un'emissione elettronica di questo catodo fa variare quindi lo stato elettrico della griglia e precisamente ne accresce il potenziale, provocando così una corrente più energica nel circuito della placca.

La cellula fotoelettrica è l'apparecchio ideale per la trasformazione di segnali luminosi in impulsi di corrente, perchè esso è praticamente privo di inerzia. E' un vero occhio elettrico, sensibilissimo, che può vedere persino al buio, perchè

si costruiscono cellule sensibili anche ai raggi infrarossi, che sono invisibili per l'occhio umano.

Questa invenzione, d'importanza essenziale per l'attuazione pratica della televisione, ha trovato innumerevoli applicazioni nei più diversi campi della tecnica: segnatamente nella cinematografia sonora, dove gl'impulsi di luce, che rappresentano i suoni, sono fissati su una pellicola; nell'astronomia, dove le minime irradiazioni luminose delle stelle sono registrate dalla cellula; nella costruzione di apparecchi automatici di segnalazione, che entrano in azione al comparire o allo scomparire della luce; per l'accensione automatica dei fanali al sopraggiungere dell'oscurità, ecc.

Il fultografo trasmettente. — Anche nella teleidografia è usata oggi, generalmente, la cellula fotoelettrica. La fig. 11 rappresenta un apparecchio trasmettente, che si distingue per la semplicità della sua costruzione ed è stato adottato da parecchie stazioni europee di radiodiffusione circolare delle imagini. Si chiama il *fultografo,* dal nome del suo costruttore, Ottone Fulton, un tecnico inglese dimorante a Vienna.

Il cilindro è di vetro trasparente. Intorno a questo si avvolge la pellicola su cui è impressa la negativa dell'imagine da trasmettere, se si vuol ottenere una positiva all'apparecchio ricevente. Al di sopra del cilindro, chiusa in una capsula, si

trova una lampada elettrica molto intensa, e dirimpetto a questa, nell'interno del cilindro trasparente, una cellula sensibile alla luce. Un sottile fascio di raggi, che esce dalla capsula, per giungere alla cellula, deve attraversare la pellicola fotografica.

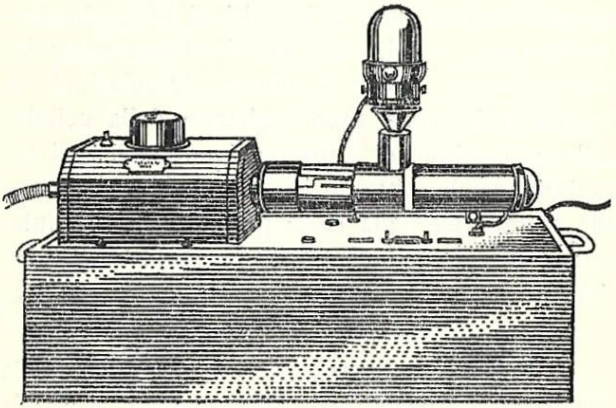


Fig. 11 - Il fultografo trasmettente.

Mentre il cilindro con la pellicola, azionati da un motore, fanno un moto di rotazione, la lampada e la cellula si spostano insieme longitudinalmente. In tal modo, il fascio di raggi esplora, lungo una linea elicoidale, tutta la pellicola. Secondo che attraverserà punti più o meno trasparenti della negativa fotografica, la cellula riceverà più o meno luce, e nel circuito della stessa si produrranno impulsi più o meno intensi di corrente.

Come in tutte le trasmissioni, questi impulsi i corrente sono inviati lungo un filo di linea al-

l'altra stazione oppure, agendo sopra un circuito generatore di radioonde, producono le modulazioni di queste e sono lanciati, come tali, nello spazio, dall'antenna trasmettente.

Con questo apparecchio si possono trasmettere da 700 a 800 elementi ottici al secondo, ottenendo imagini di discreta finezza. Il passo della vite continua che sposta la lampada è di 0.4 mm. La ricezione delle imagini può esser fatta dai radioamatori con l'apparecchio elettrochimico già descritto, ma riesce ben più perfetta con un ricevitore che dia una riproduzione fotografica.

I RICEVITORI DEL KORN E DEL BELIN. — Per ottenere una riproduzione fotografica occorre trasformare di nuovo gl'impulsi di corrente in sprazzi di luce di intensità proporzionale. Parecchi sono i sistemi ideati per effettuare una tale trasformazione. Si è già fatto cenno di quello usato in un primo tempo dal Korn, di regolare cioè, con questi impulsi di corrente, l'alimentazione di una lampada elettrica, in modo da farne variare la luminosità. Questo sistema, semplificato, ha avuto in seguito un grande sviluppo nella televisione.

Ma il Korn stesso, negli apparecchi costruiti più tardi, usò un sistema diverso, quello cioè di intercettare più o meno la luce di una lampada di intensità costante per mezzo di un galvanometro a corda, come si vede dalla fig. 12.

Le espansioni dei poli di una forte elettrocalamita sono provviste di due piccole fenditure *f*,

attraverso le quali la luce, concentrata da due sistemi di lenti *o* e *o*, può giungere dalla lampada *l* al cilindro r, nel quale è rinchiusa la pellicola sensibile. Un'apertura praticata nel cilindro permette il passaggio al sottile fascio di raggi. Sennonchè un nastro metallico molto leggero *u* è teso fra le due fenditure, in modo da trattenere completamente la luce.

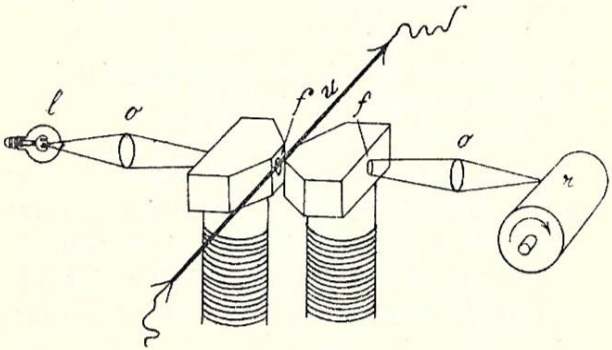


Fig. 12 - Il galvanometro a corda.

Un filo mobile, che si trovi in un campo magnetico, subisce uno spostamento, qualora sia percorso da una corrente. Attraverso il nastro metallico *u* sono inviati, dunque, gli impulsi di corrente che rappresentano gli elementi ottici dell'imagine. Esso allora si scosterà più o meno dalla fenditura, secondo l'intensità di tali impulsi, lasciando passare una maggiore o minore quantità di luce, che impressionerà più o meno la pellicola. Siccome questa è trasportata da un rullo, dotato

di moto ad un tempo rotatorio e progressivo, il pennello di luce variabile percorrerà successivamente tutti i punti del foglio e vi imprimerà la imagine. Da ultimo si dovrà ancora sviluppare e fissare la fotografia.

Si costruiscono *galvanometri a corda* di questo tipo tanto sensibili da ottenere fino a 10.000 variazioni di luce al secondo. La Bell Telephone di New York ha adottato un sistema fondato sugli stessi principi del fultografo trasmettente e del galvanometro a corda descritti. Il sincronismo dei motori è ottenuto per mezzo di due diapason accordati.

Il Belin usa come apparecchio ricevente il suo *oscillografo a specchio*, ch'è pure fondato sulla azione meccanica che una calamita esercita sopra i fili percorsi dalla corrente. A due di tali fili, tesi parallelamente l'uno all'altro, è fissato uno specchio che riflette un raggio di luce sulla pellicola; secondo la deviazione che subisce lo specchio, la luce giunge in maggiore o minore quantità alla pellicola.

L'APPARECCHIO TRASMETTENTE KAROLUS-TELEFUNKEN. — Per dare un'idea degli ultimi progressi raggiunti dalla telefotografia, descriveremo gli apparecchi trasmettenti e riceventi costruiti dalla Società germanica Telefunken-Siemens e studiati dal Karolus.

Per la parte trasmettente, non differiscono essenzialmente da questi gli apparecchi usati oggi

anche dal Korn, dal Belin e da molti altri. Nell'apparecchio ricevente, invece, l'organo che serve alla traduzione degli impulsi di corrente in variazioni di luminosità, la *cellula del Karolus*, è fondato su un principio alquanto diverso ed è di particolare interesse per l'applicazione che ha avuto nella televisione. Aggiungeremo, infine, che questo sistema di ricevitore è stato adottato anche dalla Società Marconi per la costruzione dei suoi apparecchi, e che le prime esperienze a grande distanza furono fatte dalla Telefunken fra Berlino e Roma nel 1926.

Negli apparecchi trasmettenti di tutti i sistemi menzionati, la fotografia, la stampa o l'autografo che si vogliono trasmettere vengono applicati senza altro al rullo, perchè si fa uso della luce riflessa dalla stessa imagine. Si risparmia così ogni operazione necessaria ad una preparazione speciale dell'imagine, e si possono effettuare, quindi, più rapidamente le trasmissioni.

La fig. 13 rappresenta uno schema completo di impianto trasmettente Telefunken. Il foglio, con la figura o lo scritto da trasmettere, si avvolge intorno al cilindro *t*, al quale viene impresso un moto di rotazione e di traslazione nello stesso tempo. Sopra un piccolo elemento del foglio viene concentrata, per mezzo di una lente, la luce proveniente da una lampada *l*. I raggi riflessi dal foglio vanno a colpire alcune cellule fotoelettriche *c*, collocate in immediata vicinanza del cilindro.

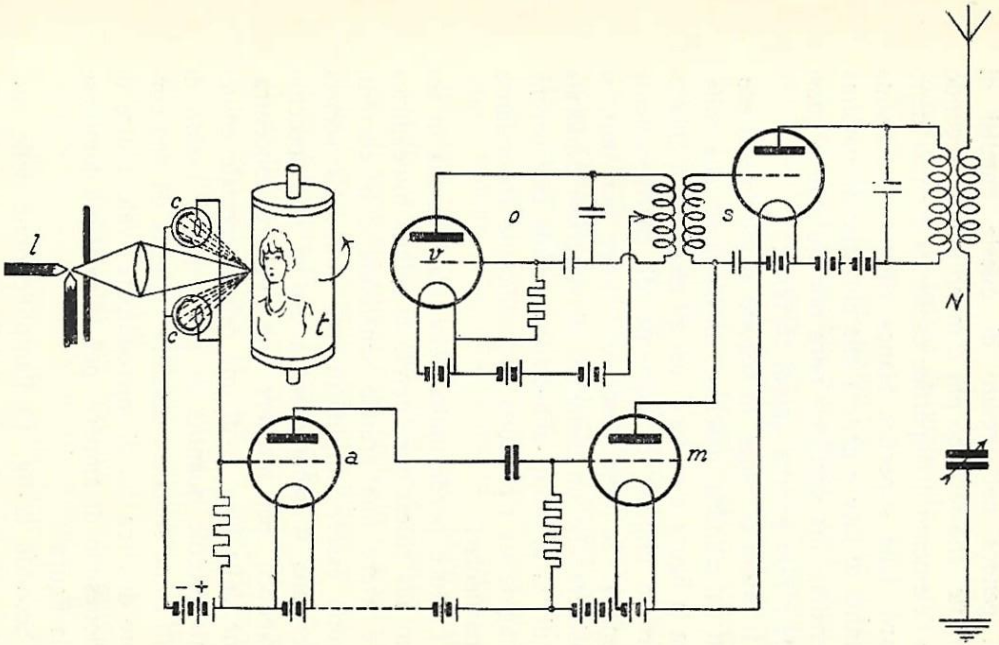


Fig. 13 - Impianto di stazione teleidografica trasmettente Karolus-Telefunken.

La luce riflessa, che agisce sulle cellule sensibili, genera nel circuito di queste impulsi di corrente, che saranno più o meno intensi, secondo che l'elemento di superfice esplorata è più o meno chiaro. Una superfice bianca riflette la massima quantità di luce e genera una corrente di massima intensità; una superfice nera non ne riflette quasi nulla e non genera quindi correnti.

Il fascio di raggi, in seguito ai movimenti eseguiti dal cilindro, descrive, un elemento alla volta, tutta la figura e traduce così gli elementi di chiaroscuro in impulsi di corrente di corrispondente intensità. Se esso descrive 5 linee per mm, si considera che un elemento di superfice esplorata sia di $^1/_{25}$ di mmq, abbastanza piccolo cioè perchè l'imagine sia riprodotta con sufficente abbondanza di particolari.

La luce perde molta della sua intensità in seguito alla riflessione; perciò la cellula fotoelettrica deve avere una grande sensibilità e le correnti devono essere amplificate più volte. La società americana Westinghouse fa uso di uno specchio parabolico, per ottenere una migliore concentrazione della luce, e di una cellula speciale contenente piccole quantità di gas argon e ossido di cesio come sostanza sensibile. Questa dà una corrente di circa $^1/_{20}$ di microampére, vale a dire di milionesimo di ampére, per le parti più luminose della figura.

Secondo la fig. 13 l'amplificazione delle correnti avviene nei circuiti delle valvole *a* ed *m*; e

nel circuito *s*, accoppiato induttivamente col circuito oscillante ad alta frequenza *o*, si producono le oscillazioni modulate, che l'antenna *N* trasmette allo spazio sotto forma di radioonde.

La cellula del Karolus. — Nella stazione ricevente, l'apparecchio usato dalla Telefunken per trasformare gl'impulsi di corrente in segnali di luce è la *cellula del Karolus*, rappresentata dalla fig. 14, col dispositivo rappresentato schematicamente dalla fig. 15.

Il Karolus sfruttò a questo scopo l'azione esercitata da un campo elettrostatico sopra la luce polarizzata, scoperta molto tempo prima dal Kerr. Per comprendere tale azione, si deve sapere che le oscillazioni costituenti un raggio di luce avvengono sempre perpendicolarmente al raggio, ma in infiniti piani tutt'intorno ad esso. Molti cristalli, quando sono attraversati dalla luce, hanno il potere di separare questi moti oscillatori, e generare della luce le cui oscillazioni avvengono in un solo piano passante per il raggio, sempre però perpendicolarmente a questo; tale luce si dice polarizzata. Per polarizzare la luce, si usa spesso un prisma formato di due pezzi di cristallo di spato d'Islanda, opportunamente combinati insieme, detto prisma di Nikol.

Nell'apparecchio del Karolus si trovano appunto due di questi Nikol (n_1 n_2 nella fig. 15). La luce naturale, emessa dalla lampada *l*, attraversando il primo Nikol, ne esce polarizzata. Se

ora il secondo Nikol è collocato in modo che il suo piano di polarizzazione sia perpendicolare a quello del primo, non lascierà passare la luce proveniente da esso. Girando il secondo prisma, passerà una quantità di luce sempre maggiore, finchè i piani di polarizzazione dei due prismi saranno paralleli; allora tutta la luce uscita dal primo attraverserà il secondo prisma.

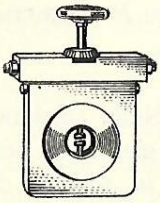


Fig. 14 - La cellula del Karolus.

Sennonchè la luce polarizzata subisce un'altra modificazione attraversando la cellula *K*, che si trova fra i due Nikol. La cellula consiste di un piccolo condensatore elettrico immerso in un liquido, ch'è il nitrobenzolo. Quando il condensatore si carica di elettricità, la luce che attraversa il nitrobenzolo subisce una doppia polarizzazione, che è la causa di una rotazione del piano di polarizzazione risultante. Tale rotazione è tanto maggiore quanto più intenso è il campo elettrico creato dalla carica del condensatore. Sicchè, se prima la luce si spegneva del tutto davanti al secondo prisma, ora lo attraverserà in quantità maggiore o minore, secondo l'intensità della carica. Se al condensatore giungono impulsi variabili di corrente, quantità variabili di luce attraverseranno il secondo Nikol. Per ottenere dei buoni effetti, il condensatore viene caricato preventivamente ad una tensione di circa 700 volta e le variazioni che vi si sovrappongono devono essere di 200-400 volta.

Per esprimerci più semplicemente, diremo che questo dispositivo funziona come una valvola per la luce, lasciandone passare in maggiore o minore quantità, secondo l'intensità degli impulsi di corrente che giungono al condensatore. Esso è per la luce come un soccorritore o relais, prontissimo ad agire e praticamente privo di inerzia.

Il ricevitore Karolus-Telefunken. — Ora è facile comprendere come avviene la ricezione delle imagini con questo ricevitore. Le radioonde captate dall'antenna vengono dapprima amplificate nell'alta frequenza, poi rettificate e infine amplificate di nuovo nella bassa frequenza. Nella fig. 15 sono rappresentati schematicamente l'amplificatore di alta frequenza *a*, il rivelatore *r*, che raddrizza le correnti, e un amplificatore di bassa frequenza *m*. Nel circuito di quest'ultimo è inserito il condensatore della cellula *K*, al quale in questo modo giungono gl'impulsi di corrente, ricavati dalle modulazioni delle radioonde e destinati a regolare il passaggio della luce che proviene dalla lampada *l*.

Questa luce, concentrata da un altro sistema di lenti, va a colpire la carta sensibile avvolta intorno al rullo, che dev'essere chiuso in un cilindro nel quale non penetri altra luce. In seguito al moto di rotazione e di traslazione del rullo, il pennello di luce variabile percorrerà tutto il foglio, sul quale, dopo le solite operazioni di sviluppo e fissaggio, apparirà la fotografia. Se alla stazione

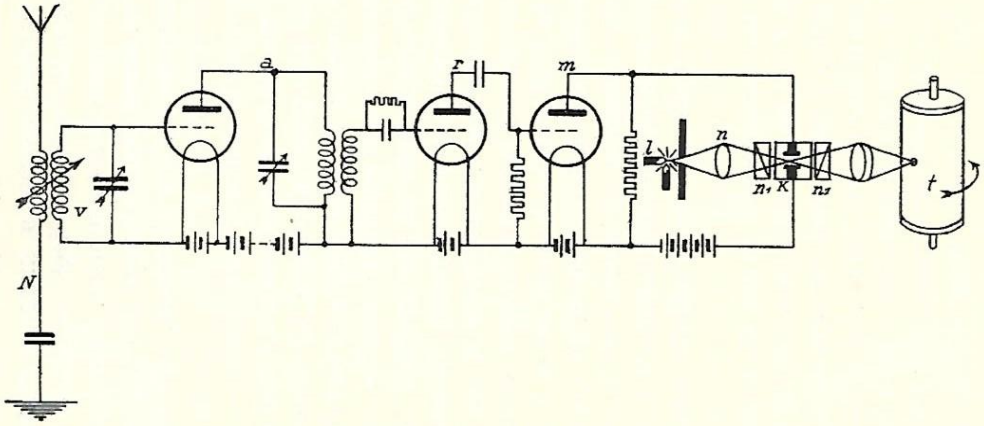


Fig. 15 - Impianto di stazione teleidografica ricevente Karolus-Telefunken.

trasmettente si è usata una negativa, si riceverà una positiva. Al sincronismo dei rulli si provvede col sistema di regolazione indipendente, a diapason oscillante.

Con questi apparecchi si ottengono riproduzioni fotografiche, che raggiungono la perfezione di una comune fotografia. Un quadro di cm 9 per 12 può esser trasmesso in un minuto e mezzo e anche meno, ma si ricevono anche quadri da cm 18 per 26.

APPLICAZIONI DELLA TELEIDOGRAFIA. — I sistemi teleidografici più semplici, descritti nel capitolo precedente, si prestano specialmente per la trasmissione di disegni e schizzi che non richiedono la riproduzione delle mezze tinte.

Il metodo chimico della ricezione non è esente da inconvenienti. La colorazione della carta va soggetta a facili spandimenti, che rendono confusa la riproduzione. Per la sua semplicità e per il facile uso degli apparecchi è molto adatto alla ricezione delle radiodiffusioni circolari delle imagini da parte dei dilettanti. Può essere usato anche utilmente per ricevere diagrammi e carte metereologiche.

La telefotografia, invece, richiede apparecchi e operazioni più complicati, ma dà risultati pienamente sodisfacenti. Questa si è affermata ormai nella pratica per numerosi usi.

Già dalla fine del 1927 funziona fra Berlino e Vienna, per il pubblico servizio, una linea per la

trasmissione di imagini, autografi, facsimili e telegrammi. Per quest'ultimo servizio, si possono raggiungere velocità di trasmissione molto maggiori che nella comune telegrafia, con la quale non si può trasmettere più di una lettera alla volta. La Westinghouse di New York, con un sistema simile a quello del Karolus, è riuscita a trasmettere, a breve distanza, fino a 630 parole al minuto. Nella Cina e nel Giappone, dove linee teleidografiche funzionano già dal 1928, è stata resa possibile, in questo modo, la trasmissione delle scritture ideografiche. Probabilmente, questo sistema di telegrafia finirà per soppiantare ogni altro finora usato.

Nella Prussia ha fatto ottima prova il sistema Korn per i servizi della polizia, che se ne vale per la trasmissione di fotografie, autografi e impronte digitali.

Tutti i maggiori giornali d'Europa e dell'America si servono ormai di questo mezzo per la trasmissione delle illustrazioni di avvenimenti di attualità e cerimonie solenni. A Londra funziona una stazione mobile di trasmissione, che può assumere dovunque le imagini e trasmetterle, tosto, a diversi giornali associati. A Milano esiste da qualche tempo un impianto ricevente di telefotografia del sistema Belin, di proprietà dell'Agenzia Stefani.

Mesi or sono è stata trasmessa da S. Francisco a Shenectady presso New York, a 4000 chilometri

di distanza, e stampata direttamente un'intera pagina di giornale. E' forse audace pensare che in futuro divenga possibile stampare, in questo modo, il giornale direttamente dalla redazione al domicilio dell'abbonato?

VI

I pionieri della televisione

L'OCCHIO E I PRIMI PROGETTI DI TELEVISIONE ELETTRICA. — Nella storia della televisione elettrica v'è un primo periodo, durante il quale furono ideati progetti che non vennero mai attuati o erano addirittura inattuabili, ma rappresentano, tuttavia, contributi importanti di idee per la soluzione del problema.

In parecchi di questi progetti si ha bensì una trasmissione immediata e istantanea o molto rapida degli elementi che costituiscono l'imagine, ma il ricevitore non dà che un disegno o una imagine fissa, come nella teleidografia; mentre oggi s'intende per televisione un sistema di trasmissione che riproduca ad ogni momento l'imagine, in modo da dare anche la percezione dei movimenti delle figure.

Nei primi tentativi di risolvere il problema, si pensò di imitare il funzionamento dell'apparecchio visivo naturale, cioè l'occhio. E' noto che la parte sensibile dell'occhio è costituita da uno strato di *bastoncelli* e *conetti*, che ne ricoprono il fondo e formano le terminazioni del nervo ottico. Su questo strato sensibile si disegna un'imagine impiccolita e capovolta degli oggetti che noi vediamo,

nello stesso modo come sulla lastra di un apparecchio fotografico. Al posto dell'obiettivo vi è una lente situata dietro la pupilla.

Nella fotografia, la luce agisce chimicamente sullo strato di gelatina che ricopre la lastra, sensibilizzata coi sali d'argento, e scompone questi sali, separando l'argento, che produce l'annerimento della lastra. Ma questo processo è lento e la fotografia non apparisce sulla lastra che trattando questa con opportuni reagenti. Sulla retina dell'occhio, invece, l'imagine si produce immediatamente, ma si cancella anche in brevissimo tempo.

Secondo una teoria moderna, di Eldridge-Green, la luce esercita un'azione fotoelettrica sulla *porpora retinica*. Essa rende liberi elettroni, suscitando correnti, che sono rivelate dai bastoncelli e conetti e si propagano, attraverso i nervi, al cervello, recandovi la sensazione. La porpora retinica si altera, si scolorisce, ma si rigenera tosto.

Il fenomeno della visione e il procedimento della fotografia suggeriscono la prima idea di un sistema di televisione all'americano Carey, nel 1875. Una lastra di sostanza isolante è coperta, da una parte, da uno strato di sale d'argento sensibile alla luce ed è attraversata, dall'altra, da numerose coppie di fili elettrici, che penetrano fino allo strato sensibile. Uno dei fili di ciascuna di queste coppie è congiunto con un bordo metallico della lastra e comunica con uno dei poli di una batteria; l'altro si prolunga fino all'apparecchio ricevente. Un unico filo serve, quindi, al ritorno della corrente,

mentre per l'andata ve ne sono tanti quante sono le coppie del quadro. Le estremità libere di queste, che affiorano alla superfice della lastra, costituiscono altrettante cellette che ricordano i bastoncelli e conetti della retina.

Proiettando su questo quadro, per mezzo di una lente, l'imagine dell'oggetto, la luce scomporrà più o meno il sale d'argento, secondo la sua intensità, e il metallo, depositato fra le estremità dei singoli circuiti, costituirà altrettanti ponti per il passaggio delle correnti. Le quali saranno più o meno intense, secondo la quantità di argento depositato in ciascuna celletta.

Al quadro ricevitore, queste correnti dovranno servire a riprodurre in qualche modo gli elementi dell'imagine. Il Carey propose, più tardi, di formare questo quadro di tante piccole lampadine quante erano le cellette del quadro trasmettente; e queste, illuminandosi più o meno secondo la intensità delle correnti, avrebbero dovuto costituire l'imagine. Il Rignoux e il Fournier proposero, molto più tardi, un ricevitore simile, nel quale le lampadine erano nascoste da schermi, che le scoprivano più o meno al passaggio delle correnti.

Il progetto del Carey era inattuabile, perchè l'azione chimica della luce è molto lenta, e, d'altra parte, una volta avvenuta la separazione dell'argento, la sostanza sensibile non si rigenera più, a differenza di quanto avviene con la porpora dell'occhio. Ma v'era, in questo progetto, l'idea della

scomposizione dell'imagine in elementi, determinati dalle singole cellule, e quella della trasmissione contemporanea di altrettanti impulsi di correnti, di intensità proporzionale alla chiarezza degli elementi ottici dell'imagine.

Impiego della cellula al selenio. — Un passo ben più importante è stato compiuto quando si pensò di impiegare il selenio per costruire le cellette. La proprietà di questo metalloide di variare la sua resistenza elettrica per l'azione della luce, era stata scoperta nel 1873 dagli ingegneri inglesi Smith e May. Non appena gli studi successivi condussero alla costruzione della cellula al selenio, parecchi inventori ebbero, quasi contemporaneamente, l'idea di farne uso per la costruzione di un trasmettitore di televisione, cosicchè si contesero poi la priorità dell'invenzione. Sono degli anni 1877-79 i progetti del fisico De Paiva in Portogallo, dell'avvocato Senlecq d'Ardres in Francia, del Perosino in Italia, del Bell, dello Shaw e del Baldwin in America, parecchi dei quali si rassomigliano, appunto, nella costruzione dell'apparecchio trasmettente. Lo stesso Carey adottò il selenio.

Fra questi progetti, notevole è quello del Senlecq, per il fatto che recava l'idea della trasmissione lungo un solo filo di linea. L'imagine veniva proiettata sopra un quadro formato da 2500 cellule al selenio. Queste cellule venivano inserite, successivamente, nello stesso circuito per

mezzo di un commutatore girevole (di cui si può vedere un esempio nella fig. 28 a pag. 130). In questo modo venivano trasmessi uno dopo l'altro impulsi di corrente di intensità proporzionale all'illuminazione subita da ciascuna cellula.

Per la ricezione delle imagini, nel primo progetto del Senlecq, si aveva un quadro di ebonite provvisto di tanti fori quanti erano i circuiti e le cellule al selenio. In ciascuno di questi fori terminava l'estremità libera di un circuito. Alla lastra di ebonite era sovrapposta una lamina di rame, congiunta con la terra, e fra l'una e l'altra si stendeva un foglio di carta, preparato chimicamente, quale si usa nella teleidografia.

Gli impulsi di corrente trasmessi erano inviati successivamente, a mezzo di un commutatore girevole, che doveva muoversi con la stessa velocità di quello trasmettente, alle singole punte di platino; e da queste giungevano alla lastra di rame, attraversando la carta. In seguito alla decomposizione chimica della sostanza di cui questa era impregnata, si disegnava l'imagine.

In questo modo, trasmettendo impulsi di corrente successivi anzichè contemporanei, il Senlecq riusciva ad effettuare la trasmissione con un solo filo di linea. Per rendere possibile la vera televisione, questi avrebbero dovuto succedersi con grande rapidità. Ma a ciò si opponeva l'inerzia con la quale reagisce il selenio. Fu possibile, invece, coll'invenzione delle cellule fotoelettriche, quasi prive di inerzia.

Anche il Perosino progettò un sistema di ricezione fondato sull'azione chimica delle correnti; mentre altri idearono degli apparecchi meccanici, i quali, azionati dalle correnti, dovevano produrre i segni sulla carta. Si trattava sempre, dunque, di sistemi per la ricezione di imagini fisse. Tuttavia il Senlecq ebbe anche l'idea di costruire le cellule del quadro ricevente di semplici pezzetti di platino, che avrebbero dovuto illuminarsi più o meno al passaggio delle correnti.

Questi progetti, come si vede, erano talora addirittura fantastici per la loro inattuabilità, specialmente se si pensa ai mezzi che l'elettrotecnica poteva offrire in quel tempo agli inventori. Tuttavia vi si ravvisano assai spesso i germi dei futuri sviluppi della televisione.

Nel 1880 il Le Blanc, riassumendo in un suo trattato i progetti fino allora conosciuti, vi aggiungeva l'idea della costruzione di un vero soccorritore di luce, sul tipo di quello del Korn, descritto nel precedente capitolo, fondato semplicemente sull'azione meccanica di un'elettrocalamita. Un diaframma, collocato sul percorso dei raggi provenienti da una lampada, era fissato ad un'ancora, che poteva essere attratta dall'elettrocalamita. Esso intercettava la luce, ma quando gli impulsi di corrente in arrivo erano inviati alla elettrocalamita, il diaframma, attratto da questa, si scostava dal percorso dei raggi e ne lasciava passare una quantità maggiore o minore, secondo l'intensità delle correnti. Questi sprazzi di luce

variabile, cadendo su punti diversi di uno schermo, potevano disegnarvi le imagini. Per ottenere le figure animate, sarebbe bastato che gli apparecchi usati avessero potuto eseguire movimenti abbastanza rapidi. Ma in questo caso era di ostacolo specialmente la loro inerzia meccanica a seguire gli impulsi delle correnti.

Il disco del Nipkow. — Di questo primo periodo della televisione l'opera più importante è dovuta a Paolo Nipkow di Berlino, il quale nel 1884 fece brevettare un apparecchio completo di televisione, ch'egli chiamò *telescopio elettrico*.

L' invenzione sua più interessante è quella di un disco forato, che serve all'esplorazione e alla ricomposizione delle imagini. E' l'apparecchio più semplice e pratico di tutti quelli usati a questo scopo. Perciò è stato adottato nella maggior parte dei sistemi moderni di televisione e, per la semplicità della sua costruzione e il basso costo, è particolarmente adatto come ricevitore per i dilettanti.

Confrontando ancora una volta il funzionamento di questi sistemi di trasmissione col fenomeno della visione diretta, osserveremo che, quando ci stanno dinanzi gli oggetti, giungono al nostro occhio contemporaneamente le impressioni della luce riflessa da tutti i punti dello spazio occupato dalla loro superfice visibile. Per avere anche nella televisione una tale contemporaneità di impressioni, dovrebbero essere contemporanei

anche i segnali elettrici che rappresentano gli elementi dell'imagine. Allora occorrono tanti fili quanti sono gli elementi che si trasmettono.

Ma è naturale che gl'inventori si sieno dati pensiero di semplificare i loro sistemi, riducendo la trasmissione ad un solo veicolo. In questo caso, gli elementi delle figure, che hanno disposizione spaziale, devono venir trasmessi in un determinato ordine nel tempo e, nella ricezione, devono esser riprodotti nel medesimo ordine nello spazio, per la ricostruzione dell'imagine. Ma questa scomposizione e ricomposizione delle imagini dev'esser fatta in un tempo tanto breve che all'occhio, in seguito alla permanenza della sensazione ottica sulla retina, tutti gli elementi delle figure appariscano contemporaneamente; questo tempo non dev'essere superiore ad un decimo di secondo.

L' apparecchio ideato dal Nipkow per effettuare una tale scomposizione delle imagini, consiste di un disco provvisto di una serie di fori disposti a spirale, messo in rotazione da un apparecchio di orologeria o da un motore (fig. 16). L'oggetto che dev'essere televisto *o* viene illuminato intensamente. Se si tratta di una pellicola trasparente, la luce sarà collocata in modo da attraversarla, per giungere al disco; se si tratta di un corpo opaco qualunque, la luce vi giungerà dopo esser stata riflessa dall'oggetto. Un sistema di lenti *l* proietta un'imagine di questo sul disco, entro un campo limitato, che determina la superfice del quadro. Ma la luce non può oltrepassare

il disco, ch'è opaco, se non passando attraverso uno dei suoi fori; quindi viene concentrata, da un altro sistema di lenti, sulla cellula sensibile *c*. Questa non è più oggi la cellula al selenio, ma quella fotoelettrica.

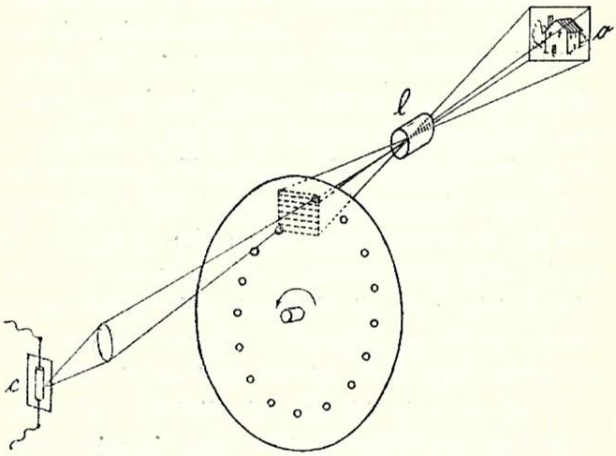


Fig. 16 - Esplorazione delle imagini col disco ottico del Nipkow.

I fori sono disposti sulla superfice del disco in modo che, durante la sua rotazione, uno solo alla volta si trovi entro il campo della figura e un solo pennello sottile di luce giunga quindi alla cellula. Da prima entra nel campo il foro più distante dal centro, e il pennello di luce si sposta lungo l'orlo superiore del quadro. Appena questo foro esce dal campo, vi subentra il secondo, ch'è un po' più vicino al centro del disco, in modo che il pennello di luce che lo attraversa, descrive il

quadro lungo una seconda riga, attigua alla prima, e così via. Durante un intero giro del disco la figura è esplorata completamente.

Per spiegare con un esempio come avviene la esplorazione del quadro: se il disco ha 30 fori e questi hanno la forma di piccoli quadratini di 1 mm di lato, la figura viene esplorata lungo 30 righe della larghezza di 1 mm ed avrà una altezza complessiva di 3 cm. Supponiamo che queste righe, che sono veramente degli archi di cerchio, abbiano una lunghezza media di 4 cm, il che dipenderà dalla distanza fra un foro e l'altro, il quadro avrà allora le dimensioni di cm. 4 per 3 e sarà scomposto, dal disco esploratore, in $30 \times 40 = 1200$ elementi, della superfice di 1 mm^2 per ciascuno.

Per ogni elemento dell'imagine il pennello di luce che giunge alla cellula suscita nel circuito di questa un impulso di corrente più o meno intensa, secondo la sua luminosità.

Il sistema di televisione del Nipkow. — La fig. 17 rappresenta schematicamente il sistema completo di televisione del Nipkow. Due dischi forati, in tutto uguali e messi in rotazione con perfetto sincronismo, si trovano nelle due stazioni: d_1 in quella trasmettente e d_2 in quella ricevente. L'obiettivo l_1 della prima stazione produce sul disco un'imagine dell'oggetto da televedere, e la lente l_2 concentra i raggi che escono dai fori del disco sopra la cellula al selenio. La

luce suscita nel circuito della batteria *b*, nel quale è inserito il selenio, quegli impulsi di corrente che corrispondono agli elementi dell'imagine e sono trasmessi all'apparecchio ricevente.

Per trasformare di nuovo questi impulsi di corrente in elementi di chiaroscuro, il Nipkow propose l'uso di un soccorritore di luce, fondato sull'azione elettromagnetica che le correnti possono esercitare sulla luce polarizzata. Tale azione era stata scoperta dal Faraday nel 1845 e, quasi contemporaneamente al Nipkow, erano giunti all' idea di sfruttarla per la televisione anche l'Ayrton e il Perry.

Il dispositivo usato dal Nipkow è simile a quello del Karolus descritto nel V capitolo. La

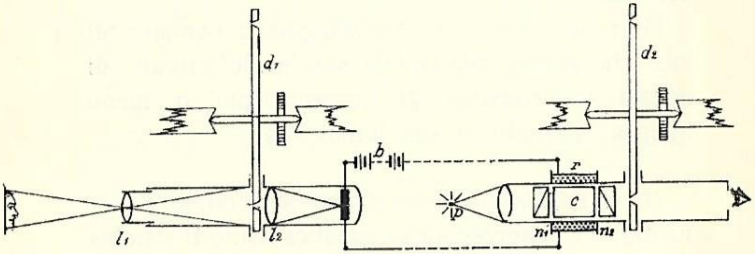


Fig. 17 - Il telescopio elettrico del Nipkow.

luce di una lampada di intensità costante *p* attraversa da prima un prisma di Nicol n_1, dove viene polarizzata, poi un cilindro, riempito di solfuro di carbonio *c*, e quindi un secondo Nicol n_2; infine giunge all'occhio dell'osservatore attraverso i fori del disco di Nipkow. Intorno al cilindro

contenente il solfuro di carbonio è avvolto il filo di una bobina r, che viene percorso dagli impulsi di corrente provenienti dall'altra stazione. Queste correnti, facendo variare il campo magnetico entro il cilindro, producono la rotazione del piano di polarizzazione della luce che attraversa il liquido. Avviene cioè un fenomeno simile a quello prodotto dalla variazione del campo elettrostatico nella cellula del Karolus.

Si regola il Nicol n_2 per modo che la luce polarizzata non possa attraversarlo quando giungono le correnti, più deboli, che percorrono il circuito anche quando la cellula si trova nella oscurità. Quando questa sarà colpita dal fascio di luce variabile, e al ricevitore giungeranno delle correnti di intensità corrispondente alla illuminazione, allora anche la luce della lampada p passerà in maggiore o minore quantità attraverso il secondo prisma, e precisamente: a punti più o meno chiari dell'oggetto televisto corrisponderanno fasci di luce più o meno intensa che attraverseranno il ricevitore. Siccome questa luce deve passare ancora attraverso i fori del disco girevole, prima di giungere all'occhio, ne esce un pennello di luce variabile, il quale, spostandosi rapidamente entro il campo visibile, vi disegna punto per punto l'imagine.

Se i dischi delle due stazioni compiono 10 giri al secondo, l'imagine sarà esplorata e ricostruita per intero in un decimo di secondo. Anche se i differenti elementi di cui è composta compariscono

successivamente, causa la permanenza delle impressioni luminose sulla retina, l'ochio vedrà contemporaneamente l'intera imagine. E poichè questa, continuando la rotazione dei dischi, si riproduce ad ogni decimo di secondo, ciascuna imagine si fonderà con la successiva, dando l'impressione delle figure animate.

Il Nipkow non ha dunque il solo merito di aver ideato il disco esploratore, per cui il suo nome è divenuto popolare fra i cultori della televisione. Egli concepì l' idea di un vero e completo sistema di televisione elettrica, col quale si possono vedere gli oggetti a distanza immediatamente e istantaneamente, senza dover applicare alcun procedimento intermedio, sia per assumere, sia per riprodurre le imagini.

Infine il soccorritore di luce da lui proposto presenta il grande vantaggio d'esser quasi privo di inerzia, perchè le correnti agiscono sulla luce senza dover muovere alcun organo meccanico. Soltanto l'autoinduzione della bobina può esser causa d'inerzia, propria della stessa corrente. Per questa ragione, per l'azione troppo debole delle correnti e per l'assorbimento che la luce subisce nel passare attraverso i diversi mezzi, oltre che per l'inerzia della cellula al selenio, gli apparecchi del Nipkow non potevano dare ancora risultati pratici.

Mancavano dunque alla realizzazione pratica della televisione soprattutto la possibilità di amplificare gli impulsi di corrente trasmessi al rice-

vitore, e una cellula sufficentemente pronta a seguire le variazioni della luce, quale è la cellula fotoelettrica.

Sarebbe troppo lungo descrivere tutti i progetti di televisione ideati in questo primo periodo, come quelli del Sutton, del Weiller, del Brillouin, dell'Jenkins, dello Szczepanik, del Ruhmer, del Dussaud e di altri, che per le ragioni rilevate non potevano avere una pratica attuazione. Osserveremo soltanto che parecchi metodi escogitati da questi inventori, sia per effettuare l'esplorazione e la sintesi delle imagini, sia per ottenere il sincronismo dei movimenti, sono stati adottati anche in sistemi moderni di televisione, ed alcuni saranno descritti insieme con questi.

A tanto fervore di studi e di tentativi doveva seguire un periodo di sospensione, di stasi, dal quale solo i progressi più recenti della radiotecnica potevano risollevare la televisione.

VII

L'opera di John L. Baird

LE PRIME REALIZZAZIONI. — L' opera dei pionieri della televisione, se è stata preziosa in quanto gettò molti germi fecondi di idee e preparò il campo alle realizzazioni, fu puramente teorica, un utile trastullo del pensiero, come qualcuno la qualificò.

Quando il travaglio preparatorio fu maturo, specialmente per i progressi raggiunti frattanto dalla radiotecnica, parecchi inventori giunsero, quasi contemporaneamente, all'attuazione pratica della televisione. Cosicchè, come avviene non di rado delle invenzioni, s' incontrano difficoltà a voler designare un determinato inventore. Fra questi primi realizzatori vanno menzionati, oltre allo scozzese John Logie Baird, l'americano C. Francis Jenkins, l'ungherese Mihaly, il quale però esplicò la sua opera in Germania, e, nello stesso paese, il Karolus.

Ma l'opera svolta dal Baird nel campo della televisione si può confrontare con quella di Guglielmo Marconi nel campo della telegrafia senza fili. Egli riuscì non solo a trasportare il problema dal campo teorico a quello pratico, ma a perfezionare anche, con studi successivi, e semplificare

sempre più gli apparecchi. Contribuì inoltre allo studio di quei problemi che rappresentano ulteriori sviluppi della televisione o con essa hanno immediata attinenza.

Così, mentre comunemente le imagini televisive si riproducono, come sullo schermo cinematografico, in una sola tinta, il Baird realizzò anche la televisione a colori. Riuscì inoltre ad effettuare la televisione stereoscopica. Costruì un apparecchio, che denominò il *nottovisore,* col quale si possono televedere gli oggetti, anche se sono immersi nell'oscurità o nella più fitta nebbia, servendosi dei raggi infrarossi, invisibili al nostro occhio, e di una cellula fotoelettrica sensibile ad essi. Studiò infine il problema della trasmissione contemporanea delle imagini e dei suoni e quello del *telecinemasonoro.*

La sua opera più cospicua è certamente quella dedicata al perfezionamento di sistemi semplici di televisione vera e propria, di quelli cioè che realizzano la visione a distanza di persone e scene reali per mezzo dell'elettricità. Qui sarà descritto uno dei suoi ultimi sistemi, perchè, pur non differendo molto da quelli primitivi, rappresenta un esempio della soluzione più semplice finora trovata per il problema televisivo e non differisce essenzialmente da molti altri che sono oggi fra i più diffusi.

Ma prima sarà fatta una breve rassegna dei primi successi che il Baird può vantare per esser considerato l'inventore della televisione, tanto più

che essi rappresentano, in generale, le varie tappe successivamente raggiunte in tale campo di studi e di esperienze.

Nell'aprile del 1925 dimostrò la prima volta in pubblico la trasmissione di disegni a semplici linee e siluette.

Il 27 gennaio 1926, dinanzi ai membri della Royal Institution di Londra, fece le prime esperienze di trasmissione della faccia umana da un locale ad un altro.

Queste trasmissioni erano effettuate su filo. Così pure quelle eseguite in pubblico nel maggio del 1927 a maggior distanza, cioè fra Glasgow e Londra, per le quali si servì di una comune linea telefonica. Poco prima, a New York, i Bell Telephone Laboratories avevano eseguito esperienze di trasmissione contemporanea, con e senza filo, di imagini televisive e della parola.

Nel febbraio del 1928 il Baird, usando delle onde corte, effettuò la prima trasmissione televisiva, senza fili, attraverso l'Atlantico, fra Coulsdon presso Londra e New York, e, poco dopo, il capotelegrafista della nave Berengaria, che si trovava in mezzo all'Oceano, poteva vedere e riconoscere la propria fidanzata, che sedeva dinanzi ad un trasmettitore del Baird a Londra.

Nello stesso anno dimostrò, con esperienze eseguite nel suo laboratorio, la possibilità di trasmettere in piena luce del giorno.

Ad onta di questi successi la Società Baird, costituitasi già nel 1926, incontrò una fiera oppo-

sizione quando volle intraprendere delle trasmissioni di televisione da una delle stazioni inglesi di radiodiffusione circolare. Soltanto dopo un anno di laboriose trattative con la British Broadcasting Corporation e in seguito ad esperienze decisive eseguite dinanzi ad una speciale commissione, della quale facevano parte anche membri del parlamento, fu possibile l'inizio di trasmissioni regolari di televisione, dalla stazione di Brookmans Park presso Londra. Questo servizio è stato inaugurato il 30 settembre 1929.

Oggi, dalla medesima stazione, si fanno delle radiotrasmissioni quasi giornaliere, visive e foniche nello stesso tempo. Mentre si televede la testa e il busto di una persona, si sentono le parole ch'essa pronuncia, il canto e la musica che l'accompagnano. Le trasmissioni sono effettuate contemporaneamente con due diversi veicoli d'onde, per la visione con la lunghezza di m 356,3, per il suono di m 261,3.

Anche le diffidenze e le ostilità incontrate dal Baird nei rappresentanti ufficiali della scienza tecnica e persino nella stampa tecnica trovano riscontri in fatti verificatisi di frequente al primo apparire di una grande invenzione.

PARTI ESSENZIALI DI UN SISTEMA DI TELEVISIONE. — L'esposizione fatta nei capitoli precedenti ci mette in grado di riassumere quali sono le parti essenziali di un comune sistema di tele-

visione. Esse corrispondono alle diverse operazioni che si rendono necessarie: per tradurre gli elementi delle imagini in segnali elettrici, trasmettere questi dall'una all'altra stazione e ricostruire con essi le imagini, trasformandoli di nuovo in elementi ottici.

Occorrerà anzitutto un apparecchio per effettuare la scomposizione o l'esplorazione delle figure in un numero adeguato di elementi ottici.

Questi elementi ottici o di chiaroscuro o di luci di differente intensità dovranno esser convertiti in altrettanti impulsi di corrente o segnali elettrici.

E poichè questi saranno troppo deboli per effettuarne senz'altro la trasmissione, dovranno essere amplificati per mezzo di apparecchi che la radiotecnica ha fatto conoscere.

La trasmissione potrà farsi lungo un filo elettrico o per il tramite delle radioonde. In questo ultimo caso occorrerà far uso degli apparecchi descritti nel III capitolo per produrre, modulare e lanciare nello spazio le radioonde modulate.

Alla stazione ricevente, queste saranno captate e demodulate come nella radiotelefonia.

Si dovranno, quindi, amplificare gl'impulsi di corrente ricavati dalle modulazioni.

La conversione di questi impulsi di corrente in elementi di luce richiede altri apparecchi, propri della televisione.

Infine occorrerà un apparecchio, di solito simile a quello usato per l'esplorazione, per ricostruire le imagini dai loro elementi.

Un dispositivo speciale sarà necessario per assicurare un perfetto sincronismo degli apparecchi usati per la scomposizione e la ricomposizione delle figure.

Di queste varie operazioni alcune sono proprie di qualunque radiotrasmissione e sono state trattate brevemente nel III capitolo, per cui non se ne parlerà ulteriormente che in quanto presentano delle caratteristiche speciali per gli scopi della televisione.

Sistema trasmettente di John L. Baird. — Passiamo ora a considerare, con l'aiuto della fig. 18, gli apparecchi speciali usati nel sistema di televisione del Baird. La parte superiore della figura rappresenta quelli della stazione trasmettente.

Il disco analizzatore è provvisto di 30 fori di forma quadrata di 1 mm di lato ed è collocato in modo che, in seguito alla sua rotazione, il quadro viene esplorato lungo delle striscie verticali. Il Baird ritiene che, con una scomposizione delle imagini in questa direzione, si ottenga un'impressione soggettiva migliore, perchè l'occhio, facendo preferibilmente movimenti di direzione orizzontale, contribuisce a correggere eventuali difetti delle figure, che si manifestino nel senso verticale.

Il disco è mosso da un motore che fa 750 giri al minuto, ossia 12½ al secondo. Altrettante volte al secondo viene trasmessa quindi l'imagine.

Una lampada di grande intensità manda la sua luce, riflessa da un proiettore e concentrata da un sistema di lenti, attraverso i fori del disco e attraverso un obiettivo, al soggetto che si vuole trasmettere. Il fascio di luce che i fori lasciano giungere alla figura viene quindi riflesso da questa ad un sistema di cellule fotoelettriche, disposte in diversi punti ed inserite nello stesso circuito. Il quadro è limitato da un diaframma rettangolare, le cui dimensioni stanno nel rapporto di 7 a 3, provvisto, al lato superiore e a quello inferiore, di due schermi spostabili, per regolarne l'altezza.

Durante la rotazione del disco, il fascio di raggi si sposta lungo la figura: una macchia di luce la percorre allora in tutti i suoi punti; e da questa viene riflessa alle cellule una quantità di luce maggiore o minore, secondo la tinta e la posizione dell'elemento di superfice illuminato. Così hanno origine, nel circuito delle cellule, quegli impulsi di corrente che rappresentano gli elementi della figura. Una parete, che non è visibile nel disegno, separa le cellule dalla lampada, per proteggerle dagli effetti di questa.

Gli impulsi di corrente così generati vanno quindi all'amplificatore e da questo, lungo un filo, secondo il disegno, all'altra stazione. Ma, al posto del filo, si possono imaginare le radioonde, generate coi soliti apparecchi.

E' da notare un'altra differenza fra questo metodo di esplorazione e quello descritto nel capitolo precedente. Ivi il soggetto era illuminato per intero, qui soltanto una piccola macchia lo percorre rapidamente. Ora, in seguito alla riflessione, la luce proiettata sul soggetto si riduce di molto nella sua intensità; diventa appena un millesimo circa di quella primitiva. Perciò è necessario o di usare di una fonte molto intensa di luce, per illuminare il soggetto, o di poter disporre di cellule estremamente sensibili. Nei primi tempi della televisione, quando la costruzione delle cellule fotoelettriche non aveva raggiunto la odierna perfezione, si doveva impiegare una fonte di luce tanto intensa da riuscire, col primo metodo di esplorazione, molesta e insopportabile alla persona, che ne era pienamente illuminata, perchè abbagliava e sviluppava molto calore. Allora si ricorse al metodo della macchia mobile, col quale non si illumina che per brevissimo tempo un piccolo elemento di superfice alla volta.

Il perfezionamento della cellula fotoelettrica fece progredire la televisione. Le prime cellule al potassio erano poco sensibili e reagivano specialmente ai raggi azzurri e violetti, poco ai rossi, ai gialli e a quelli vicini, nello spettro, a questi colori. Poi si riuscì ad aumentare la sensibilità del potassio, per mezzo dell'idrogeno, con speciali processi di sensibilizzazione; si estese la sensibilità della cellula ad altre specie di raggi, impie-

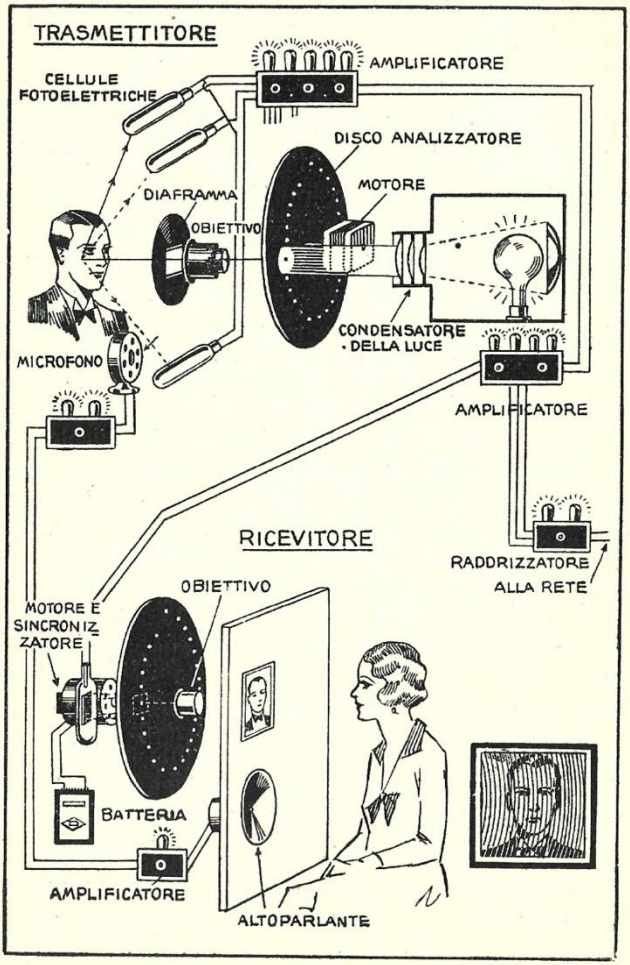


Fig. 18 - Il sistema di televisione del Baird.

gando altre sostanze in luogo del potassio; infine si ottennero correnti fotoelettriche di maggiore intensità, empiendo l'ampolla di piccole quantità di argon. Gli americani Zworykin e Wilson migliorarono di molto la sensibilità della cellula rispetto alle varie specie di raggi, usando, come sostanza sensibile, una lega di magnesio e cesio.

Con la costruzione di queste cellule perfezionate divenne possibile l'esplorazione anche con una più modesta illuminazione e alla luce del giorno. Per l'assunzione con la semplice luce del giorno, si proietta sul disco forato, per mezzo di un obiettivo, come nel sistema del Nipkow, una imagine del soggetto, che viene poi esplorata in seguito alla rotazione del disco. Tutti gli apparecchi sono chiusi in una cassetta.

Sistema ricevente del Baird. — La parte inferiore della stessa figura 18 rappresenta la stazione ricevente del sistema Baird. Le correnti necessarie al funzionamento degli apparecchi sono ricavate dalla rete e trasformate in continue da un raddrizzatore a valvola termoionica, rappresentato a destra.

Gl' impulsi di corrente, giunti attraverso il filo o ricavati dalle radioonde, sono di nuovo amplificati e vanno ad alimentare una lampada a gas incandescente, la *lampada al neon*. Questa si illumina più o meno, secondo l'intensità delle correnti dalle quali è attraversata.

Un disco forato, in tutto uguale a quello del trasmettitore, serve alla ricostruzione delle imagini. E' messo in rotazione da un motore sincronizzato con quello della stazione trasmettente. La lampada a luce variabile invia i suoi raggi ai fori del disco, e, come questo gira, ne esce un pennello di luce, che si sposta lungo il quadro, disegnandovi la figura. Un sistema di lenti ne proietta un'imagine ingrandita sopra uno schermo pellucido, che sta dinanzi all'osservatore. Nella parte inferiore del disegno, a destra, si vede come apparisce l'imagine.

A sinistra si vede infine, nel disegno, un impianto separato di radiotelefonia, per trasmettere contemporaneamente la parola e i suoni: il microfono assuntore, vicino al soggetto; gli amplificatori delle due stazioni, per le correnti acustiche; l'altoparlante della stazione ricevente.

Impiegando le radioonde in luogo della conduttura su filo, la trasmissione radiofonica deve essere effettuata con una lunghezza d'onda diversa da quella televisiva, per tenerle distinte l'una dall'altra. Allora occorrono anche due impianti diversi, tanto per la produzione e la trasmissione, quanto per la ricezione delle radioonde.

La fig. 19 rappresenta un semplice *televisore* del Baird. Inferiormente si vede il mobile, che serve a contenere l'apparecchio, provvisto di una finestra, dove apparisce l'imagine, che ha comunemente le dimensioni di cm 7 per 3. Superiormente è rappresentato l'apparecchio, estratto dalla

cassetta, col disco forato e la lampada al neon. Si può allacciare ad un comune ricevitore radiofonico al posto dell'altoparlante, purchè sia sufficente l'amplificazione della bassa frequenza. Un bottone speciale serve alla regolazione del sincronismo, un altro a quella della fase.

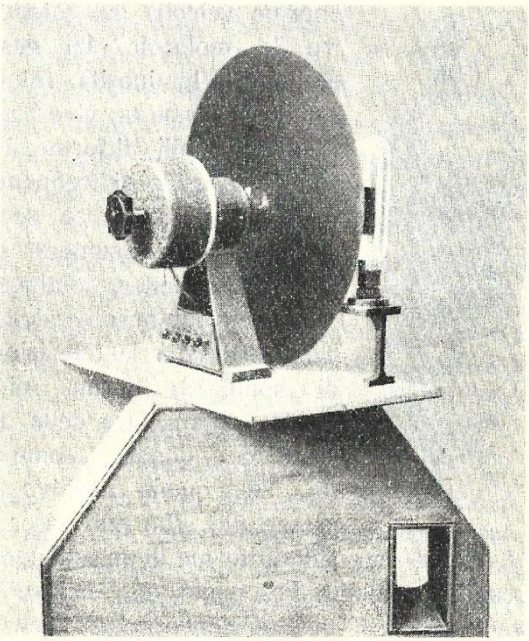


Fig. 19 - Il televisore del Baird.

LA LAMPADA A GAS INCANDESCENTE. — Questa è uno degli organi più importanti del televisore. Consiste di un'ampolla contenente un gas

molto rarefatto, che si ricava dall'atmosfera, il neon; mescolati con questo, possono esservi anche l'elio e piccole quantità di vapori di mercurio. Quando è percorsa da una corrente di sufficente tensione, il gas diventa incandescente; il neon dà una luce rossastra, il mercurio una luce azzurra. Sono gli elettroni che, lanciati con enorme velocità dal catodo contro le molecole del gas, ne eccitano la luminosità. Intorno al catodo si forma un vivo bagliore. Lampade simili, di forme diverse, sono oggi usate di frequente per segnalazioni ottiche e scopi di reclame, dove assumono spesso la forma di lettere luminose.

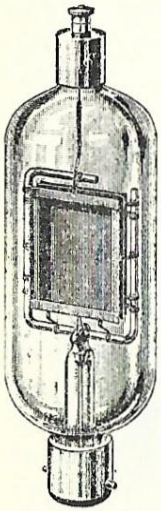


Fig. 20 - Lampada a gas incandescente.

L'elettrodo negativo della lampada usata per la televisione ha di solito la forma di una piastra rettangolare delle dimensioni del quadro, come nella fig. 20; quello positivo è un grosso filo, che può esser ripiegato in forma di un rettangolo che circonda il catodo. Fra questi due elettrodi deve essere applicata una tensione propria della lampada, di circa 160 volta, che ecciti appena una leggera luminosità sulla piastra metallica.

Nello stesso tempo agiscono sulla lampada gli impulsi di corrente dell'apparecchio ricevente. A tale scopo si può accoppiare il suo circuito, indut-

tivamente, con quello dell'ultimo amplificatore. Allora la luminosità della lampada varierà secondo l'intensità degli impulsi di corrente del ricevitore, e quindi secondo l'intensità della luce del trasmettitore da cui questi impulsi sono derivati. Occorrono, per l'alimentazione della lampada, correnti da 10-20 milliampère.

Gli sprazzi di luce lanciati da questa lampada, attraversando i fori del disco girevole, giungono successivamente all'occhio in punti diversi e vi creano l'imagine. All'osservatore apparisce da prima un punto luminoso nella parte superiore a sinistra del quadro, che tosto si sposta dall'alto al basso, illuminandolo completamente e disegnandovi, come il pennello misterioso di un pittore invisibile e velocissimo, le figure. Ma la visione di queste non è che un'illusione dovuta all'inerzia del nostro occhio; e poichè il pennello mobile di luce riproduce le imagini ad ogni istante, l'inganno continua e le figure appariscono in moto.

Per creare con fedeltà le imagini, la lampada al neon deve avere due proprietà essenziali: la sua luminosità deve variare prontamente col mutare dell'intensità delle correnti che l'attraversano, inoltre dev'essere esattamente proporzionale a questa intensità. Ora è stato dimostrato che tali lampade possono dare fino a 100.000 sprazzi di luce in un secondo, di intensità corrispondente alle correnti. Ma le imagini ottenute coll'incandescenza del gas neon sono di un color rosso aranciato e di poca luminosità.

Il sincronismo dei dischi. — Per ottenere un'imagine distinta, il punto luminoso deve muoversi sul quadro ricevente nello stesso modo della macchia di luce esploratrice all'apparecchio trasmettente. E perciò devono essere sodisfatte due condizioni: i due dischi devono ruotare con la stessa velocità, cioè essere in *isocronismo;* i due pennelli di luce devono descrivere nel medesimo istante punti corrispondenti del quadro, cioè vi dev'essere anche uguaglianza di fase o *sincronismo* dei movimenti.

Si noti che il disco ricevente potrebbe anche essere maggiore o minore di quello trasmettente, e dare un'imagine di differente grandezza, ma uguale deve essere sempre il numero dei fori e la velocità angolare dei due dischi.

Per realizzare queste condizioni, si sono incontrate le maggiori difficoltà e sono stati proposti molti metodi diversi.

Un mezzo semplice, per ottenere l'isocronismo, è quello di usare motori a corrente alternata, azionati dalla corrente della stessa rete; ma, naturalmente, non sempre è possibile adottarlo.

Si è pensato quindi di inviare, ad intervalli uguali di tempo, da una all'altra stazione, dei segnali appositi per regolare il sincronismo dei motori. Tali segnali possono esser trasmessi su un'apposita lunghezza d'onda, diversa da quella della trasmissione ottica, facendo uso di apparecchi speciali tanto per la loro trasmissione quanto

per la loro ricezione. Ma è anche possibile effettuare ambedue le trasmissioni con una sola onda portante, sovrapponendo a questa la frequenza speciale dei segni di sincronismo e separandola, alla stazione ricevente, dalle modulazioni ottiche, per mezzo di speciali filtri elettrici.

Non meno complicato è il metodo di regolare il moto dei motori per mezzo di apparecchi locali, atti a garantire per un certo tempo la conservazione dell'isocronismo, come per esempio due diapason; e controllare i regolatori del moto con una trasmissione apposita di segnali da fare prima che s'inizi quella delle imagini.

Anche il Baird sperimentò parecchi sistemi di sincronismo. Verso la fine del 1929 fece nota la costruzione, tenuta fino allora secreta, dell'ultimo dispositivo da lui ideato a questo scopo, col quale si ottiene la regolazione della velocità del disco ricevente in modo assai semplice, automaticamente, e senza far uso di un'apposita trasmissione.

All'apparecchio trasmettente, durante un brevissimo intervallo di tempo, all'inizio di ogni riga, viene interrotta la trasmissione. A tale scopo basta regolare lo schermo mobile, che limita superiormente il diaframma del campo, in modo da intercettare, per un piccolo tratto, la luce che va a colpire la cellula. In corrispondenza a questa interruzione si otterrà, sullo schermo ricevente, una sottile striscia nera al margine superiore del quadro. Essendo 30 le righe e $12^1/_2$ i giri che il disco fa in ogni secondo, si avranno 375 intervalli

di tempo al secondo, durante i quali sarà sospesa la trasmissione televisiva. Potrebbero essere utilizzati per l'invio di segnali speciali di sincronismo; ma il Baird riesce ad ottenere lo stesso scopo, con un metodo assai ingegnoso, proprio in seguito all'assenza della trasmissione.

Sull'asse del motore del disco ricevente è montata una ruota munita di 30 piccoli denti di ferro, cioè tanti quanti sono i fori del disco (fig. 21).

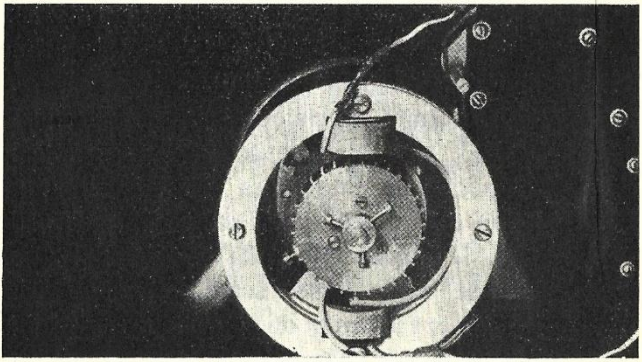


Fig. 21 - Apparecchio sincronizzatore a ruota dentata del Baird.

Intorno alla ruota si trova un anello metallico fisso, che porta internamente due elettrocalamite, collocate alle estremità di un diametro.

Gli avvolgimenti di queste elettrocalamite sono percorsi dalle stesse correnti che attraversano la lampada al neon per la produzione delle imagini. Quando i motori delle due stazioni sono in sincronismo, i poli delle calamite devono essere af-

facciati esattamente a due denti opposti della ruota proprio nell'istante in cui manca la trasmissione e un foro del disco ricevente si trova sulla linea nera del margine superiore del quadro. In tale caso, in un breve intervallo di tempo precedente a questo istante, la forza di attrazione esercitata dai poli magnetici sopra i due denti tende ad accelerare il moto della ruota; nell'intervallo seguente, tende a ritardarlo. Queste forze acceleratrici e ritardatrici si compensano finchè si mantiene il sincronismo.

Qualora invece il motore accelerasse il suo moto, l'istante nel quale ai magneti viene a mancare la corrente non coinciderebbe più con quello nel quale due denti sono affacciati ad essi; cioè in tale posizione dei denti la corrente della trasmissione farebbe agire ancora le calamite, e queste tratterebbero la ruota, riportandola alla sua normale velocità. Il dispositivo agisce dunque come un freno automatico. Se invece il motore tende a ritardare, può accadere che salti di un dente, dopo di che prevarrà di nuovo l'azione di isocronismo.

Pur essendo assicurato l'isocronismo, può avvenire che il disco ricevente non sia in fase con quello trasmettente. L' imagine apparisce allora divisa in due parti da una linea verticale. In tal caso basta frenare per breve tempo, meccanicamente o elettricamente, il motore, finchè si ottiene che il disco salti di tanti fori da riportare l'imagine nella sua posizione normale.

Può accadere, infine, che l'imagine esca dal quadro e la parte superiore apparisca di sotto e viceversa. In questo caso, per riportarla nella giusta posizione, si gira una manopola che serve a spostare lo statore, ossia la parte fissa del motore.

Il Baird escogitò, prima di questo, un altro sistema di sincronizzazione automatica, nel quale un soccorritore entrava in azione ad ogni trasmissione di riga. Questo era però alquanto più complesso e non privo di inconvenienti.

Fig. 22 - Fotografie di imagini ricevute col televisore del Baird.

Quando il sincronismo non è perfetto, le imagini diventano instabili, confuse e deformate. Il Baird riuscì ad ottenere risultati molto sodisfacenti, dei quali fanno fede le fig. 22. Queste sono fotografie delle imagini osservate; ma si deve notare che all'osservazione diretta le imagini appariscono più complete e perfette che nella

fotografia, perchè all'apparecchio fotografico mancano le proprietà accomodanti del nostro occhio, le quali sopperiscono ad alcuni difetti della riproduzione. Inoltre le figure hanno subìto una altra alterazione, nel senso orizzontale, in seguito alla riproduzione a stampa.

VIII

La televisione in Germania e il sistema Karolus-Telefunken

L'OPERA DELL'UFFICIO CENTRALE DELLE POSTE IN GERMANIA. — Il problema della televisione trovò ben presto una notevole considerazione in Germania, sia da parte di grandi società industriali, sia da parte di organi ufficiali dell'autorità, come pure di un certo pubblico di dilettanti.

L' Ufficio centrale delle poste, specialmente per opera del suo direttore generale Fritz Banneitz, promosse, con grande larghezza di vedute, ogni buona iniziativa nel nuovo campo di ricerche e ne disciplinò il progresso con un sapiente lavoro di organizzazione .Esso intraprese, già nel settembre del 1929, delle trasmissioni, quasi giornaliere, di pellicole cinematografiche dalla stazione di Witzleben presso Berlino, alle quali si aggiunsero di recente quelle da Königswusterhausen.

Queste trasmissioni servono ora a scopo sperimentale. Nell'Ufficio delle poste vengono sperimentati, inoltre, i più diversi sistemi di televisione ed anche singoli apparecchi.

Questo Ufficio, dopo un maturo esame dello stato attuale della televisione, stabilì delle norme

generali per la costruzione degli apparecchi esploratori, per la velocità di rotazione di questi e per le dimensioni delle imagini, allo scopo di standardizzare la produzione fino dal primo sorgere della nuova industria. Secondo queste norme, il quadro deve avere le dimensioni di 4 per 3 e deve essere esplorato lungo 30 righe. I dischi hanno dunque 30 fori e devono fare $12^1/_2$ giri al secondo, sicchè la frequenza delle righe è di $30 \times 12^1/_2 = 375$ al secondo. Il quadro ricevente, sul disco, ha la lunghezza di cm 4,8 e l'altezza di cm 3,6. Naturalmente gran parte dei costruttori di apparecchi si attengono a queste norme ed è facile comprenderne il vantaggio per il pubblico, che può far uso indifferentemente di sistemi diversi.

Le esposizioni di televisione a Berlino. — Dei progressi fatti in Germania dalla televisione sotto tali auspici, si ebbero le prove nelle esposizioni di radiotecnica tenute a Berlino, la prima volta nell'autunno 1928, e successivamente ogni anno. L' ultima, del 1930, ha dimostrato che un lungo cammino s'è ormai compiuto nei due anni trascorsi.

Già nel 1929 si poterono vedere parecchi sistemi di televisione in funzione, specialmente per la trasmissione di pellicole cinematografiche. Vi era un apparecchio per la trasmissione di scene assunte in piena luce del giorno, e un sistema per la trasmissione contemporanea della visione e del suono.

L' Ufficio centrale delle poste esponeva un impianto completo di telefono televisivo, ch'era pure in funzione, con trasmissione su filo. Due persone potevano parlarsi lungo una linea telefonica e nello stesso tempo, per mezzo di una seconda linea, vedersi reciprocamente sopra uno schermo e seguire su questo gli atteggiamenti e la espressione del volto dell'interlocutore. In ogni stazione un solo disco e un solo motore serviva tanto alla trasmissione quanto alla ricezione televisiva : attraverso i fori della parte inferiore avveniva l'esplorazione della persona, attraverso quelli della parte superiore la costruzione della imagine dell'interlocutore.

V'erano, inoltre, apparecchi ricevitori molto semplici, destinati ad esser messi in commercio ad un prezzo non superiore a quello di un altoparlante, anche da 500-600 lire.

Nell'ultima esposizione si poterono constatare notevoli progressi realizzati da tutte le case espositrici, particolarmente quanto a finezza e chiarezza delle imagini. V'erano numerosi apparecchi per la trasmissione e la ricezione delle pellicole sonore. Le pellicole trasmesse si limitano però a piccoli quadri comprendenti la testa e il busto di una o due persone, al massimo tre. Non si può pensare ancora certamente alla radiotrasmissione di una qualunque pellicola cinematografica.

LE SOCIETÀ INDUSTRIALI DI TELEVISIONE. — Oltre all'Ufficio centrale delle poste, si occupano in Germania di televisione importanti società industriali, ciascuna delle quali sviluppa e perfeziona continuamente i propri sistemi. Tre sono le principali.

La Fernsehgesellschaft è una società fondata col concorso della Bosch, che fornisce i motori elettrici, della Zeiss, per gli apparecchi ottici, e della Loewe, per gli amplificatori. Essa si è procurata i brevetti del Baird e costruisce quindi, in primo luogo, apparecchi fondati sugli stessi principi. Nell'ultima esposizione presentò anche altri sistemi e un modello molto notevole di telecinemasonoro, che produceva 25 imagini al secondo, con dischi da 67 fori e una scomposizione delle imagini in 3550 elementi.

La Telehor usa, invece, un sistema dell'inventore ungherese Dénes von Mihaly. Questi, dopo alcuni risultati ottenuti già nel 1919 con le sue esperienze di televisione eseguite a Budapest, fu incoraggiato dai circoli tecnici tedeschi a trasferirsi in Germania, dove risiede dal 1924.

Col suo sistema l'imagine viene proiettata, come nel sistema Baird, per mezzo di un obiettivo fotografico, sopra una superfice, che viene esplorata col disco di Nipkow. Un tipo speciale di cellula fotoelettrica serve a convertire le variazioni di luce in segnali elettrici.

All'apparecchio ricevente si osserva l'imagine guardando la luce variabile di una lampada attra-

verso i fori di un secondo disco girevole. In uno degli ultimi modelli questi fori sono muniti di lenti, per raccogliere meglio la luce. Al posto della lampada a gas neon, si trova una lampada ad arco, con elettrodi puntiformi di wolframio, collocati in un'ampolla contenente azoto molto rarefatto. L' intensità di questa lampada segue con sufficente prontezza le variazioni delle correnti.

All'ultima esposizione, la Telehor presentò un ricevitore più grande, per la visione e la audizione contemporanee, con dischi da 42 fori, che facevano 16,6 giri al secondo, fornendo imagini da cm 5 per 5, ch'erano scomposte in 1764 elementi. Le imagini si potevano ingrandire al doppio e si distinguevano per luminosità e ricchezza di particolari.

La terza socetà germanica che si occupa di televisione è la Telefunken, un'emanazione della Siemens e Halske, che iniziò le sue esperienze già nell'estate del 1924. Questa ha adottato il sistema di Augusto Karolus, che per molti riguardi differisce essenzialmente dagli altri e perciò sarà oggetto di una particolareggiata descrizione.

La sincronizzazione dei dischi con la ruota del Lacour. — Le due prime società si propongono in primo luogo la costruzione di apparecchi semplici e di basso costo, destinati ai radioamatori. Perciò anche i sistemi di sincronizzazione ch'esse hanno adottato, sono dei più semplici e si valgono, generalmente, per regolare il moto, delle stesse

correnti che alimentano la lampada per la riproduzione delle imagini.

In queste correnti vi è sempre il periodo dato dalle righe, che, secondo le norme dettate dall'Ufficio centrale delle poste, è di 375 impulsi al secondo, ciascuno dei quali precede l'inizio della trasmissione di una riga. Questi impulsi possono essere marcati in modo particolare, sia usando una striscia molto chiara al margine del quadro, che invierà molta luce alla cellula, sia applicando uno speciale commutatore a settori all'asse del motore, per la trasmissione di appositi segnali.

Per ottenere con questi impulsi di corrente l'isocronismo dell'apparecchio ricevitore, il Mihaly ha adottato l'uso della *ruota fonica*, rappresentata nella fig. 23, costruita sul principio del Lacour.

E' una ruota montata sull'asse del motore e provvista di 30 denti, corrispondenti ai 30 fori del disco. Di fronte ad essa sta un'elettrocalamita, attraversata dalle stesse correnti della lampada del ricevitore. Si chiama fonica, perchè gl'impulsi di corrente, destinati a mantenere l'isocronismo, hanno una frequenza acustica, nel nostro caso di 375 cicli.

Per ciascuno di questi impulsi, la calamita, esercitando un'attrazione sui denti della ruota, le imprime una leggera spinta, in modo da farla avanzare dello spazio che intercede fra due denti successivi e far girare il disco di quello che intercede fra due fori. Il raggio di luce che esce da

questi, descrive frattanto una riga. Il moto è comandato direttamente, dunque, dalla stazione trasmettitrice, per mezzo dello stesso filo o della stessa onda portante che serve alla trasmissione delle imagini.

Si costruiscono apparecchi con dischi di alluminio, montati assai leggermente, nei quali, quando il moto è stato avviato, per mezzo di una manovella, bastano queste spinte per mantenere la rotazione. La Fernsehgesellschaft usa in qualche modello, per il solo avviamento, un piccolo motore, che si inserisce premendo un bottone e poi si esclude automaticamente.

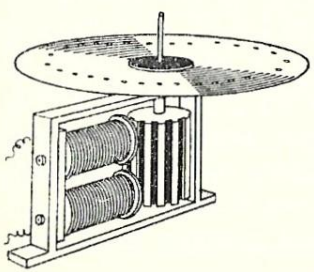


Fig. 23 - Ruota fonica per il sincronismo di un televisore.

In questi sistemi però, non appena l'intensità delle correnti scende sotto quel minimo ch'è necessario per mantenere il moto, il disco esce dal sincronismo. Il che può succedere in seguito al fenomeno di evanescenza, in causa di disturbi atmosferici ed altri. Il sincronismo è, quindi, piuttosto labile e gli apparecchi non si possono usare che per limitate distanze.

Si può impiegare un motore apposito per tenere il disco in rotazione, e assegnare alla ruota dentata il solo compito della correzione del moto.

Inoltre si possono separare dall'onda portante, per mezzo di circuiti-filtro, gl'impulsi della frequenza delle righe o di altra frequenza che rappresenti i segnali di sincronismo, e sottoporre poi questi ad una conveniente amplificazione, prima di inviarli al motore.

Se l'apparecchio esce di sincronismo, lo si osserva immediatamente alla deformazione che subiscono le figure. Allora basta un diretto intervento meccanico per mettere in punto il ricevitore.

Simili apparecchi possono esser inseriti in un qualunque impianto ricevente di radiotelefonia, al posto dell'altoparlante e, per la semplicità della loro costruzione e del maneggio, sono destinati in primo luogo alla diffusione fra il pubblico dei dilettanti.

Ultimamente la Telehor costruì un apparecchio universale, che permette di ricevere tanto le trasmissioni di Berlino quanto quelle di Londra, con lievi operazioni di scambio. E' interessante, in questo apparecchio, un dispositivo, che risolve, in modo semplice ed elegante, il problema della regolazione della fase: il disco è provvisto di una spirale di 60 fori, ma, con schermi regolabili che limitano il quadro, se ne fanno entrare soltanto 30 nel campo di questo e in modo che vi sia coincidenza di fase; cioè, col semplice movimento di una leva, si fa la regolazione in maniera che sia primo nel campo il foro che vi entra quando anche nel trasmettitore il primo foro del disco inizia la esplorazione.

La ruota del Weiller. — Nel sistema del Karolus troviamo anzitutto, in luogo del solito disco esploratore, una ruota a specchi, costruita la prima volta da Lazare Weiller nel 1890.

Per comprenderne il funzionamento, imaginiamo, per un momento, d'avere uno specchio, che rifletta, sopra uno schermo verticale, un sottile fascio di raggi provenienti da una lampada; e collochiamolo in modo che la macchia luminosa ch'esso proietta sullo schermo, venga a cadere all'angolo superiore di sinistra del quadro. Facendo ruotare lo specchio intorno ad un asse orizzontale, sarà facile ottenere che la macchia luminosa si sposti dall'alto al basso, descrivendo una striscia verticale sul quadro. Riportato quindi lo specchio nella posizione primitiva, lo si faccia girare di un piccolo angolo intorno ad un asse verticale, in modo che il punto luminoso venga a trovarsi un po' più a destra, ma in vicinanza immediata alla posizione di prima. Allora, se si fa ruotare lo specchio una seconda volta dall'alto al basso, il fascio luminoso riflesso descriverà sullo schermo una striscia parallela e attigua alla prima. Si potrà muovere così lo specchio in modo da descrivere, con striscie parallele, tutto il quadro.

A tale fine sono necessarie, dunque, due serie di rotazioni. Si costruiscono diversi apparecchi di esplorazione fondati su questo principio. Per esempio, si fanno compiere le due rotazioni a due specchi oscillanti, dei quali uno riflette la luce

all'altro e il secondo allo schermo. Ma l'apparecchio più pratico è forse la ruota del Weiller, rappresentata dalla figura 24.

Questa è costituita di una serie di specchi fissati alla periferia di una ruota, che corrispondono in certo modo ai fori del disco di Nipkow. Ammettiamo, com'è il caso di un modello della Telefunken, che gli specchi sieno in numero di 48 e la ruota compia 20 giri al secondo.

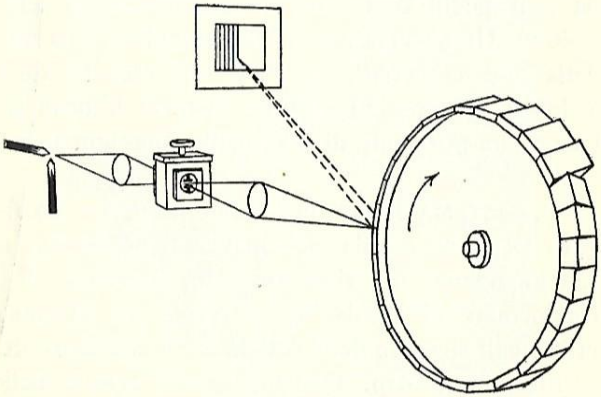


Fig. 24 - La ruota a specchi del Weiler.

Durante $^1/_{48}$ di giro, il pennello di luce riflessa dal primo specchio descrive, lungo una riga verticale, l'intero quadro. Continuando la rotazione, è il secondo specchio che riflette la luce al quadro, disegnandovi una striscia verticale, e così via. Se tutti gli specchi fossero paralleli all'asse della ruota o ugualmente inclinati rispetto ad esso, la luce riflessa disegnerebbe sempre la medesima

striscia sul quadro. Affinchè questa si sposti lungo lo stesso, da sinistra verso destra, ogni specchio successivo dev'essere un po' più inclinato del precedente rispetto all'asse della ruota. In questo modo, durante un intero giro del disco, il pennello di luce descriverà sul quadro tante striscie luminose, l'una attigua all'altra, quanti sono gli specchi.

Questo sistema di esplorazione è stato adottato da non pochi costruttori di apparecchi di elevisione. Un sistema simile, più semplice, è la così detta *vite a specchi,* costruita di recente dalla Telehor; gli specchi vi sono disposti intorno all'asse, in posizioni diverse della sua lunghezza.

Il sistema Karolus-Telefunken. — La figura 24 rappresenta schematicamente anche il funzionamento del ricevitore del Karolus. Per trasformare gl'impulsi di corrente in elementi ottici, egli si serve della cellula a condensatore descritta nel V cap. Questa, sotto l'azione delle correnti inviate al condensatore, funziona come una valvola che lascia passare più o meno la luce di un'intensa lampada ad arco. Il pennello di luce variabile, che esce dalla cellula, viene concentrato, per mezzo di una lente, sugli specchi della ruota del Weiller e da questi è riflesso ai vari punti dello schermo. In $^1/_{20}$ di secondo, cioè durante una rotazione della ruota, ha disegnato l'intera imagine con 48 striscie verticali di luce. Sullo schermo si producono, quindi, 20 imagini al secondo.

La fig. 25 rappresenta l'apparecchio completo: in 2 la lampada, col riflettore; in 1 un refrigeratore, per togliere calore ai raggi; quindi il dispositivo 3 con la cellula; lo specchio 4, che riflette i raggi alla ruota 6, dalla quale sono inviati allo specchio 7 e infine allo schermo 8. In 9 si vede un altoparlante elettrodinamico, per la ricezione contemporanea dei suoni.

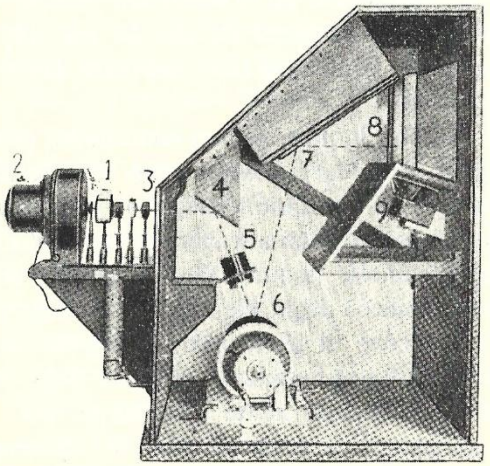


Fig. 25 - Apparecchio ricevente del Karolus.

Ora è facile comprendere come la stessa ruota del Weiller possa essere impiegata nell'apparecchio trasmettente, per l'esplorazione delle figure. La luce di una lampada molto intensa viene inviata da prima agli specchi; da questi è riflessa all'oggetto che si vuol trasmettere, e infine dall'oggetto è inviata alle cellule fotoelettriche, dando

origine agli impulsi di corrente che traducono gli elementi dell'imagine. Durante la rotazione degli specchi avviene l'esplorazione delle figure.

Non poche sono le caratteristiche che distinguono la ruota del Weiller dal disco del Nipkow. Essa permette di proiettare direttamente, sopra uno schermo, imagini di maggiori dimensioni, che possono essere osservate obiettivamente da più numerosi spettatori. La Telefunken ottiene così delle buone riproduzioni da cm 10 per 10, ma riuscì anche a proiettare sullo schermo quadri da cm 60 per 60.

Gli specchi, inoltre, se non sono molto piccoli, permettono di inviare allo schermo, per costruire gli elementi dell'imagine, maggiori quantità di luce di quanta ne passi attraverso i fori del disco.

Aumentando il numero degli specchi, si aumenta il numero degli elementi e si ottengono figure più ricche di particolari. Tuttavia, accrescendo considerevolmente il numero degli specchi, si deve diminuirne la grandezza, per non dover aumentare eccessivamente le dimensioni della ruota e scapitarne nella sua stabilità; in tal caso si perde di nuovo in intensità di luce.

Di fronte ai vantaggi rilevati, la ruota del Weiller è meno semplice e più costosa del disco forato e richiede anche un maggior impiego di energia per la sua rotazione.

Il diapason sincronizzatore. — Anche per la regolazione del sincronismo degli apparecchi, la

Telefunken ha adottato un sistema più complicato di quelli finora descritti, ma anche più sicuro.

Quando si fa uso di segnali di sincronismo inviati durante la trasmissione, essi sono soggetti a tutti i perturbamenti della trasmissione stessa ed hanno una limitata intensità. Per trasmetterli, si fa uso talora di una linea apposita o di una seconda onda portante, sulla quale si sovrappongono come modulazioni. Ma in tal caso occorrono anche un secondo trasmettitore apposito e un secondo ricevitore accordato con esso per i segnali di sincronismo, e l'impianto diventa alquanto più complicato.

La Telefunken ha adottato, invece, un sistema che provvede al sincronismo con un apparecchio locale e indipendente, il quale garantisce, per un tempo abbastanza lungo, il mantenimento del ritmo. Con questo si usufruisce anche di una fonte di energia locale, non soggetta ai disperdimenti e agli indebolimenti causati dalla trasmissione, e più adatta a far funzionare la ruota del Weiller.

La fig. 26 rappresenta il più semplice apparecchio di questo tipo. Esso funziona come l'interruttore automatico del campanello elettrico. Un'elettrocalamita è collocata fra i rebbi di un diapason, uno dei quali porta una molla, che forma contatto con una vite. La corrente è costretta a passare attraverso questo contatto, ma poichè essa magnetizza la calamita, questa attira i rebbi, allontanando così la molla dalla vite e togliendo il contatto. Così il diapason si mette in

oscillazione, interrompendo periodicamente la corrente, mentre le attrazioni, esercitate ad ogni impulso di corrente dalla calamita, mantengono tali oscillazioni.

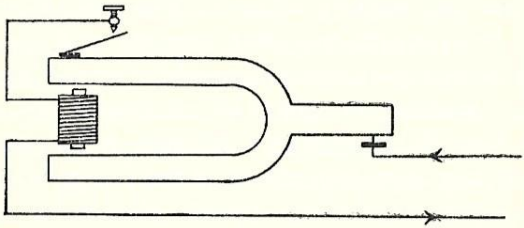


Fig. 26 - Il diapason sincronizzatore.

Gl' impulsi periodici di corrente che ne derivano, vengono inviati all'elettrocalamita di una ruota del Lacour, la quale regola la rotazione del disco di Nipkow o della ruota di Weiller. Tale rotazione è prodotta da un motore a corrente continua, provvisto di una resistenza variabile, che serve a regolarne la velocità. La ruota del Lacour è applicata all'asse del motore e ne corregge le piccole deviazioni dal sincronismo.

La frequenza delle oscillazioni del diapason determina, in tal modo, quella delle correnti di sincronizzazione. Essa dipende dalle dimensioni, dalla forma e dal materiale del diapason. E poichè su questa frequenza potrebbero influire anche le variazioni di temperatura, si rinchiude l'apparecchio in un apposito termostato, tenuto a temperatura costante.

I diapason a interruttore meccanico, come quello descritto, presentano però notevoli inconvenienti, causa la formazione della scintilla all'apertura del circuito. La Telefunken usa perciò un diapason regolatore più perfezionato, col quale gl' impulsi periodici di corrente sono ottenuti per semplice effetto di induzione elettromagnetica. Questi apparecchi non hanno dunque l'interruttore; sono provvisti invece di una valvola termoionica. Fra i rebbi del diapason sono collocate due bobine con nuclei di ferro, delle quali una è inserita nel circuito di griglia, l'altra in quello di placca della valvola. Se il diapason è messo in oscillazione, per esempio per mezzo di correnti variabili del circuito di placca, ad ogni movimento dei rebbi di fronte alla bobina della griglia, si formeranno, nel circuito di questa, delle correnti indotte, che agiranno a lor volta sul circuito di placca, amplificandone gl'impulsi e aumentando l'azione della calamita sul diapason. In tal modo le correnti amplificate della placca contribuiranno a mantenere in vibrazione il diapason, mentre questo, in seguito all'induzione, terrà costante la frequenza delle correnti. Tale frequenza può esser regolata anche per mezzo di un condensatore variabile di accoppiamento dei due circuiti.

Due diapason perfettamente uguali si trovano nella stazione trasmettente e in quella ricevente, per regolare sullo stesso ritmo i rispettivi motori. Ciascuno di questi dev'essere dunque in sincronismo col proprio diapason, e i diapason delle

due stazioni devono essere sincronizzati fra loro. La frequenza degli impulsi di sincronismo può essere quella delle righe.

Per controllare questi sincronismi, si usa il così detto *metodo stroboscopico*. All'asse del motore è fissato un disco, diviso in settori, che gira con esso. Per controllare il sincronismo fra il motore e il diapason, si illumina il disco con una lampada al neon, alimentata dalle correnti periodiche del circuito del diapason. Se vi è sincronismo, il disco girevole sembra fisso. In caso diverso si fa variare la velocità del motore a corrente continua, per mezzo di una resistenza regolabile.

Volendo controllare il sincronismo dei diapason delle due stazioni, si trasmette la frequenza del diapason dell'una alla lampada al neon dell'altra; poi si osserva nello stesso modo il disco girevole.

Con un metodo simile si controlla infine anche l'uguaglianza di fase dei due apparecchi. Una piccola lampadina, che gira col motore ricevente, si illumina ad ogni segnale e deve apparire ferma in una determinata posizione rispetto ad un segno fisso. Se manca il sincronismo, pare che la lampada si sposti lentamente lungo la periferia. La regolazione della fase si effettua spostando l'elettrocalamita della ruota di Lacour.

CARATTERI GENERALI DEL SISTEMA KAROLUS-TELEFUNKEN. — Col sistema da noi considerato si trasmette anzitutto un numero di elementi

ottici maggiore di quello trasmesso coi sistemi che seguono le norme generali adottate in Germania, poichè l'imagine è scomposta in maggior numero di righe e viene trasmessa più volte al secondo. La frequenza delle righe sarebbe di $48 \times 20 = 960$ anzichè 375 al secondo.

Per calcolare il numero degli impulsi di corrente trasmessi, e quindi la frequenza delle modulazioni dell'onda portante, parecchi prendono per base, come elemento singolo dell'imagine, un quadratino avente le dimensioni della larghezza delle righe. Nel nostro caso ogni riga avrebbe allora 48 elementi e la figura intera ne avrebbe $48 \times 48 = 2304$, per cui il numero totale degli elementi ottici da trasmettere sarebbe di circa 46.000, e altrettanti sarebbero gl'impulsi di corrente suscitati in ogni secondo nel circuito della cellula.

Questo computo sembra però arbitrario, perchè gli impulsi di corrente sono podotti da variazioni di chiaroscuro, e il numero di queste dipenderà dalla natura dell'imagine, nè è facilmente precisabile. Ammettiamo che una riga sia mezza bianca e mezza nera, ed avremo una sola variazione di corrente; se invece è ricca di chiaroscuri, ne potremo avere anche più di 48.

Certamente l'imagine trasmessa avrà tanta maggior ricchezza di particolari quanto più finemente la figura viene scomposta in righe e quanto più grande è il numero degli impulsi di corrente che si possono trasmettere senza deformazioni, sia sull'onda portante, sia eventualmente lungo un

filo. Ora, per trasmettere modulazioni di grandissima frequenza, come sarà spiegato nel capitolo XII, si prestano meglio le onde corte e quelle cortissime. Perciò la Telefunken, nelle sue esperienze di trasmissione fra Nauen e Geldow, adoperò onde da 70 m. e da 6 m. di lunghezza.

Migliorando dunque la finezza dell'esplorazione delle figure e aumentando il numero degli elementi trasmessi, la Telefunken potè ottenere imagini più ricche di particolari e di maggiori dimensioni; accrescendo la frequenza delle imagini, queste riuscirono più stabili, cioè meno tremolanti.

Coll'uso della cellula al nitrobenzolo del Karolus, potè disporre di un'intensa fonte di luce bianca, in luogo di quella più debole e rossastra prodotta dalla lampada al neon. Le imagini riuscirono, quindi, anche più luminose e in bianco e nero, e furono possibili maggiori ingrandimenti.

La cellula del Karolus presenta inoltre una minima inerzia: essa può rendere anche milioni di variazioni d'intensità luminosa al secondo. Ma l'entità di queste variazioni, che determinano poi i contrasti di chiaroscuro delle figure, non è molto grande.

La Telefunken produce anche ricevitori più semplici, senza cellula al benzolo e con disco forato, per l'osservazione diretta delle imagini. Ma, in generale, essa è proceduta per vie proprie nelle sue ricerche ed esperienze, procurando di giungere a risultati di qualche perfezione prima di mettere in commercio i suoi apparecchi.

Infine si è proposta di realizzare la televisione e la telecinematografia in proiezione su schermo, per l'osservazione obiettiva di un numeroso pubblico di spettatori, come la comune cinematografia.

La telecinematografia. — Abbiamo visto che, mentre da Londra si fanno vere trasmissioni di televisione, cioè di persone e scene animate, le stazioni germaniche si sono limitate alla trasmissione di pellicole cinematografiche.

La trasmissione di pellicole è alquanto più facile della vera televisione e rappresenta veramente il primo stadio del suo sviluppo. Per effettuarla, si potrebbe partire da uno dei sistemi di trasmissione delle imagini fisse e accrescere la loro frequenza. E' questa l'idea dalla quale hanno preso le mosse il Baird, il Mihaly ed altri.

Per effettuare l'esplorazione delle pellicole, si usano due metodi diversi. Col primo, la pellicola si sposta a scatti dinanzi al disco forato o ad altro apparecchio usato per l'esplorazione. Da una parte della pellicola si trova un'intensa fonte di luce, dall'altra il disco e la cellula fotoelettrica (vedere la fig. 16 a pag. 78). La luce dunque attraversa da prima la pellicola, quindi un foro del disco e infine giunge alla cellula. Durante la rotazione del disco, secondo la trasparenza dell'elemento esplorato, la cellula sarà più o meno impressionata e lascierà passare una corrente di maggiore o minore intensità. Quando cambia il

quadro, passa un breve settore morto del disco, privo di fori, e viene così sospesa la trasmissione.

Col secondo metodo, la pellicola scorre di moto continuo dinanzi all'apparecchio esploratore. Se si usa il disco di Nipkow, questo ha i fori disposti lungo la periferia di un cerchio anzichè a spirale. Il pennello di luce che esce dai fori, descrive allora soltanto un moto orizzontale ed esplora la figura lungo una striscia. Ma, contemporaneamente, la pellicola si sposta, sempre con uguale velocità, in senso verticale; perciò le striscie successive sono spostate e attigue l'una all'altra.

Mentre nella televisione degli oggetti reali molta parte dell'intensità di luce va perduta in seguito alla riflessione, nell'esplorazione delle pellicole la luce non viene modificata che dai chiaroscuri dell'imagine. Per di più si può far uso di una lampada a mercurio, ricca di raggi violetti, che sono molto attivi sulla cellula al potassio. Si generano così delle azioni più energiche su questa, e quindi impulsi di corrente per i quali è sufficente una minore amplificazione. Per quest'ultima ragione essi sono più atti a conservare inalterate le caratteristiche degli elementi ottici trasmessi.

Qualora la telecinematografia raggiungesse un sufficente progresso, essa realizzerebbe la cinematografia in casa, che potrebbe diventare ancor più popolare della radiotelefonia. Abbinate poi, come sempre più spesso si presentano, l'una acquisterebbe maggior pregio dall'altra.

IX

Progressi della televisione in America

INIZIATIVE E REALIZZAZIONI. — Per avere un quadro in certo modo completo di quanto finora è stato realizzato praticamente nel campo della televisione, è necessario gettare uno sguardo generale all'attività svolta e ai risultati conseguiti in America.

Mentre in Inghilterra lo sviluppo della televisione è dovuto soprattutto all'opera geniale e infaticabile di un uomo, e in Germania allo spirito di intraprendenza e di sapiente organizzazione dei circoli industriali e tecnici, in America è l'interesse appassionato, l'entusiasmo di tutti per ogni nuovo problema tecnico e la fede illimitata nel progresso delle ricerche, che hanno dato il maggiore impulso anche agli studi di televisione.

In questo paese troviamo quindi potenti società industriali, che vi profondono copiosi mezzi finanziari e possono valersi, per le nuove ricerche, di un corpo scelto di tecnici specializzati e degli strumenti forniti dalle loro attrezzature, ormai perfezionate nella tecnica della radio.

Anche nell'opera svolta da queste società possiamo distinguere, come in Germania, due tendenze diverse. Le une, come i Bell Telephone Laboratories e la General Electric Company, dirigono i loro sforzi al raggiungimento di risultati di maggior perfezione e allo sviluppo di sistemi di un reale valore pratico. Le altre, come la Yenkins Corporation, hanno di mira piuttosto la costruzione del ricevitore più semplice ed economico, anche a sacrificio di una più perfetta ricezione, da diffondere già fin d'ora fra il pubblico dei dilettanti.

Già una decina di stazioni lanciano, da vari centri, le loro trasmissioni televisive, e ben 20.000 sarebbe già il numero di coloro che posseggono un proprio ricevitore di televisione, per lo più da loro stessi costruito.

Ma, fra tanto fervore di iniziative, i costruttori non si sono accordati su norme comuni per la standardizzazione degli apparecchi, in modo che, per ricevere le diverse trasmissioni, occorrono dischi da 24, 36 e 48 fori e velocità diverse di rotazione; il che non è un piccolo inconveniente per la diffusione della televisione e per lo sviluppo dell'industria nascente. Un dilettante, che voglia ricevere da tutte le stazioni, deve possedere più ricevitori oppure ricorrere ad uno dei ricevitori universali già messi in commercio, il cui disco è provvisto di più serie di fori e il motore di una resistenza regolabile per le differenti velocità.

Esperienze della Società Bell. — Grande interesse e rumore hanno suscitato le esperienze, iniziate già nell'aprile del 1927, dalla Società Bell, sotto la guida del dott. Herbert E. Ives, l'inventore di un sistema speciale di televisione a colori.

Più che per la novità dei sistemi usati, queste esperienze riuscirono interessanti per la grandiosità degli impianti e dei mezzi tecnici impiegati onde ottenere il massimo raggiungibile degli effetti. Inoltre dovevano servire a dimostrare l'applicabilità della televisione a determinati scopi pratici.

Una prima serie di queste esperienze consisteva nella trasmissione su filo, fra Washington e New York, a 400 chilometri di distanza; una seconda senza fili, fra Whippany e New York, a 35 km. Fra le due prime città erano trasmesse contemporaneamente la visione e la parola su due linee diverse, e una terza linea serviva alla trasmissione dei segnali di sincronismo. Questi segnali agivano su 120 paia di poli, applicati ai motori sincroni. Le correnti per la produzione delle imagini si ottenevano con 10 stadi di amplificazione.

Un impianto doveva dimostrare la possibilità di realizzare il telefono televisivo. La fig. 27 rappresenta una cabina telefonica con tale impianto, di costruzione più recente e più perfezionata. Vi si vede sulla parete di fronte al sedile lo schermo sul quale comparisce, in formato da fotografia, l'imagine viva dell'interlocutore.

Il cerchietto bianco, che si vede di sopra, è l'apertura per la quale entra il fascio esploratore della luce. Ai lati e superiormente sono disposte, dietro lastre di vetro e reticoli, le cellule fotoelettriche, alle quali viene riflessa la luce del raggio

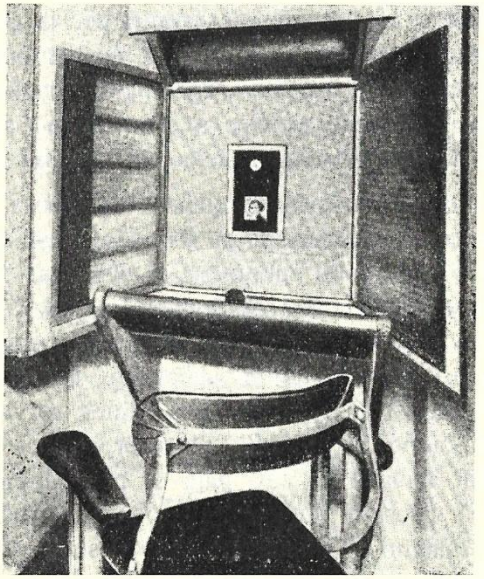


Fig. 27 - Il telefono televisivo.

esploratore. Si usa una luce azzurra, molto efficace sulle cellule, per non dar molestia alla persona e impedirle l'osservazione dell'imagine.

Si impiegarono dischi con 72 fori, trasmettendo 5000 elementi dell'imagine, con modulazioni da

40.000 cicli. Per regolare il sincronismo, si trasmettevano, lungo una conduttura speciale, oscillazioni elettriche da 1275 cicli.

Ritornando alla fig. 27, dietro allo schermo, in vicinanza dell'imagine, sono nascosti un piccolo altoparlante e un microfono. Le correnti di questo sono rinforzate da amplificatori. In tal modo nessun apparecchio ostacola la vista, e si ha più viva l'impressione di intrattenersi con la figura, quasi le parole uscissero dalle sue labbra e giungessero alle sue orecchie.

Un altro impianto, per la ricezione, usato nelle esperienze del 1927, doveva fornire un saggio di uno spettacolo da teatro di televisione parlata e sonora. Le imagini apparivano sopra un quadro da cm. 60 per 75, sufficentemente luminose per l'osservazione obiettiva, e nello stesso tempo si udivano le parole e i suoni, prodotti da un altoparlante. Si trattava di un sistema di ricezione pluricellulare, di cui sarà data una più ampia descrizione.

SISTEMI DI TELEVISIONE MULTICELLULARE. — C. Francis Jenkins, ritornando all'idea di imitare il funzionamento dell'occhio umano, aveva pensato, già trent'anni or sono, alla costruzione di un sistema di televisione multicellulare. Mancavano allora, per la sua realizzazione, le possibilità offerte oggi dall'impiego della cellula fotoelettrica, delle valvole amplificatrici e dei sistemi perfezionati di sincronismo.

La fig. 28 rappresenta lo schema dell'impianto completo realizzato dall' Jenkins sulla base di questi principi. Nella stazione trasmettente vi è un quadro di oltre 60 cm in lunghezza e larghezza, composto di 2304 piccole cellule fotoelettriche, disposte in 48 file; nella stazione ricevente, un

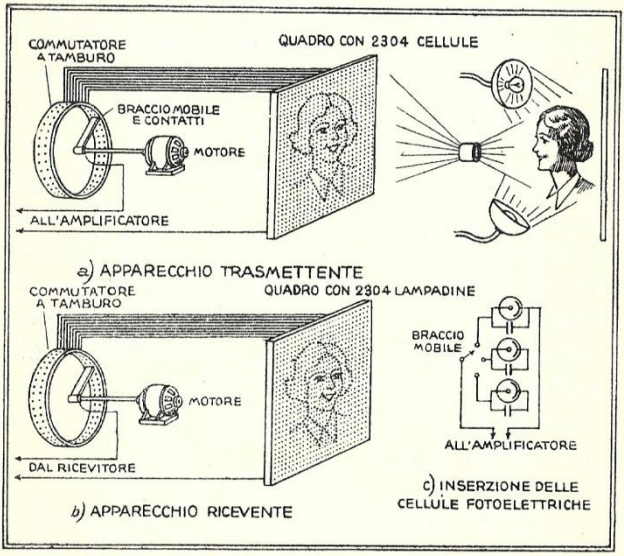


Fig. 28 - Sistema di televisione multicellulare dell' Jenkins.

quadro uguale, con altrettante piccole lampadine ad incandescenza. Queste rappresentano gli elementi delle imagini.

Sul primo quadro si proietta, a mezzo di un obiettivo, l'imagine del soggetto, intensamente

illuminato da una serie di lampade. Se vi fossero tanti circuiti elettrici distinti quante sono le cellule e le lampadine, e ciascuna cellula fosse inserita nello stesso circuito della lampadina che occupa la posizione corrispondente nel secondo quadro, in seguito alla illuminazione del quadro trasmettente, si formerebbe istantaneamente l'imagine sul quadro ricevente, poichè l'azione della luce su ciascuna cellula susciterebbe una corrente nel relativo circuito, e questa renderebbe più o meno luminosa la rispettiva lampadina, secondo l'intensità della luce che ha colpito la cellula. Muovendosi il soggetto,muterebbe l'imagine proiettata sul primo quadro e, istantaneamente, anche quella riprodotta sul secondo. Si avrebbero le imagini animate addirittura senza soluzione di continuità.

Ma la difficoltà pratica di un tale sistema sta evidentemente nel grande numero delle connessioni, che si rendono necessarie, fra l'una e l'altra stazione. Per ottenere la trasmissione con una sola linea o una sola lunghezza d'onda, è necessario trasmettere le correnti, da ciascuna cellula alla corrispondente lampadina, una dopo l'altra, in una successione tanto rapida, che, per la persistenza oggettiva dell'illuminazione e per quella soggettiva della sensazione, le imagini appariscano continue.

Un tanto si ottiene per mezzo di un commutatore girevole a tamburo. Alla base di ciascuna cellula è inserito, fra i due elettrodi, un piccolo

condensatore, di cui si vede lo schema nella fig. 28 *c*. Quando sul quadro si proietta la luce, questi condensatori si caricano di elettricità. Il tamburo è fisso e porta tanti contatti separati quante sono le cellule. A ciascun contatto mette capo un filo congiunto con uno degli elettrodi di ciascuna cellula, mentre un braccio mobile nell'interno del tamburo è in comunicazione col secondo elettrodo di tutte le cellule. Quando questo braccio passa sopra uno dei contatti del tamburo, si chiude il circuito di una cellula, e il rispettivo condensatore vi scarica la sua energia elettrica, suscitando un impulso di corrente di intensità proporzionale all'illuminazione subita dalla cellula. Un motore imprime al braccio mobile una velocità di 15 giri al secondo, in modo che in $^1/_{15}$ di secondo sono chiusi, successivamente tutti i circuiti, e altrettanti impulsi di corrente, sovrapposti come modulazioni alla radioonde, sono irradiati dall'antenna nello spazio.

Nella stazione ricevente, dopo le opportune amplificazioni e la rettificazione delle radioonde, gl'impulsi di corrente che se ne ricavano sono inviati, successivamente, per mezzo di un interruttore a tamburo perfettamente uguale a quello trasmettente e sincronizzato con esso, attraverso i circuiti di tutte le lampadine del quadro ricevitore. Queste si accendono più o meno intensamente, secondo l'intensità delle correnti che le attraversano, e ricostruiscono così l'imagine nei suoi elementi, rinnovandola 15 volte al secondo.

Questo sistema presenta vantaggi notevoli, specialmente per la ricezione, mentre può essere usato in combinazione con un altro sistema di

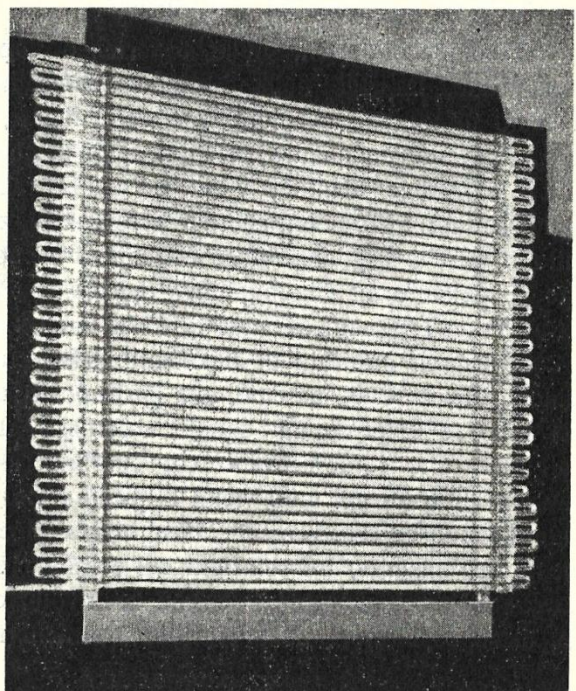


Fig. 29 - Quadro ricevitore con tubo a gas neon e 2500 elettrodi dei laboratori della Bell Telephone di New-York.

trasmissione. Le lampadine restano accese, per inerzia, circa $^1/_{15}$ di secondo, cioè quanto dura la costruzione dell'intera imagine, e dànno luce bianca. Sicchè il quadro riesce più luminoso di una comune proiezione cinematografica e può

essere ulteriormente ingrandito. Osservando da una conveniente distanza, non si distinguono più le singole lampadine, e le loro luci, fondendosi, compongono i particolari dell'imagine.

La compagnia Bell, nelle esperienze sopra menzionate, impiegò nella stazione trasmettente il solito disco, per l'esplorazione delle figure, e nella ricevente un quadro, nel quale, in luogo di tante lampadine distinte, v'era un unico tubo, molto sottile, a gas neon, che percorreva a zig-zag tutto il quadro (fig. 29). Esso conteneva un solo anodo, della forma di una lunga spirale, che lo attraversava internamente in tutta la sua lunghezza, e 2500 catodi, costituiti di altrettante striscie metalliche, fissate esternamente, alla parte posteriore del tubo, e disposte ad uguale distanza l'una dall'altra, che comunicavano col distributore a tamburo. I tratti del tubo vicini a questi catodi si illuminavano successivamente, costituendo gli elementi dell'imagine. Le rotazioni del commutatore dovevano esser sincronizzate con le rivoluzioni del disco esploratore della stazione trasmettente.

Sistema di televisione multipla dell'Alexanderson. — Anche la General Electric Company, che si vale dell'opera del dott. E. F. W. Alexanderson, ha procurato di dar sviluppo ad un sistema di ricezione su schermo, per l'osservazione collettiva. Fra quelli studiati dall'Alexanderson, descriveremo uno che si fonda sulla

scomposizione del quadro in più parti e la trasmissione simultanea di queste con diverse onde portanti.

Come ricevitore, l'Alexanderson fa uso della ruota del Weiller e della cellula al nitrobenzolo del Karolus, ma per l'esplorazione delle figure ha trovato ch'è più conveniete impiegare il solito disco forato.

Questo è provvisto di 7 spirali di fori, sicchè l'esplorazione delle figure avviene con 7 fasci di luce contemporaneamente, e ciascuno di questi agisce sopra un'apposita cellula sensibile. Gl'impulsi di corrente, generati nei circuiti delle cellule, vengono sovrapposti, come modulazioni, a 7 onde portanti di differente lunghezza e tali da non disturbarsi l'una l'altra, che infine sono irradiate dalla stessa antenna.

Alla stazione ricevente, queste diverse onde portanti sono separate l'una dall'altra, con ricevitori accordati sulle rispettive lunghezze, come se si trattasse di trasmissioni diverse. Infine gli impulsi di corrente, ottenuti con la rettificazione, sono impiegati a controllare sette fasci diversi di luce, che attraversano le cellule del Karolus. Questi fasci di luce, riflessi contemporaneamente dagli specchi della ruota del Weiller, agiscono come sette pennelli, che disegnano su altrettanti campi attigui dello schermo, contemporaneamente, le imagini (cfr. la fig. 24).

La luminosità complessiva del quadro riesce in tal modo 49 volte maggiore; poichè si hanno in

primo luogo 7 fonti di luce, che illuminano lo schermo contemporaneamente, in luogo di una sola, ed inoltre ciascun pennello di luce, dovendo percorrere appena $^1/_7$ dello schermo durante un giro della ruota, lo potrà illuminare per un tempo 7 volte più lungo. In questo modo riesce anche possibile di proiettare imagini di maggior grandezza, senza che perdano soverchiamente in luminosità.

L'Alexanderson è del parere che, specialmente per la trasmissione transoceanica, metterebbe conto di sacrificare i sette canali d'onde richiesti per questo sistema, allo scopo di ottenere imagini abbastanza chiare e distinte.

La trasmissione di un dramma. — Nei laboratori dell'Alexanderson si fecero già nel settembre del 1928 le prime esperienze della trasmissione di un dramma, cioè della scena e della parola, ad una distanza di 8 chilometri. Erano esperienze ancora molto modeste; il dramma aveva due soli personaggi e non si trasmetteva che la faccia e il busto di uno alla volta. Separatamente comparivano sullo schermo le mani e oggetti diversi, per animare vieppiù le scene.

Nella gara fra le diverse società, per realizzare sempre nuovi progressi, si fanno oggi esperienze di telespettacoli ben più progredite. Lo stesso Alexanderson allestì di recente (agosto 1930), al grande teatro cinematografico di Sche-

nectady, una rappresentazione pubblica straordinaria di televisione sonora, che ha avuto un grande successo di attualità. Usò, tanto per l'esplorazione quanto per la sintesi delle figure, dischi di Nipkow con 48 fori, che facevano 20 giri al secondo, e la cellula del Karolus per la ricostruzione delle imagini. La trasmissione ottica era effettuata con una lunghezza d'onda di 139,5 metri, quella acustica con la lunghezza di 92 metri. Riuscì in tal modo ad ottenere imagini chiare e distinte di persone, in grandezza naturale, sopra uno schermo di 3 metri per 3,50.

Grazie ad una duplice trasmissione nelle due direzioni, si poterono vedere attori reali sulla scena intrattenersi con le imagini, proiettate sullo schermo, di altri, ch'erano distanti 5 chilometri, e udire una cantante, che si trovava alla stessa distanza, accompagnata da un'orchestra che stava sotto il proscenio. Le imagini parlanti davano così una più viva impressione di realtà.

Parecchi teatri di New York intendono provvedersi, per il prossimo inverno, di impianti per la televisione, sebbene uno di questi non costi meno di 20.000 dollari.

Il Baird, negli ultimi tempi, fece pure una esperienza di spettacolo televisivo, al Colosseo di Londra, trasmettendo un intero bozzetto drammatico del Pirandello. Egli impiegò, al ricevitore, un quadro simile a quello dell' Jenkins, con 2100 lampadine.

Il radiovisore semplificato dell' Jenkins. — L' Jenkins fu uno dei primi ad occuparsi di televisione in America; e al suo genio inventivo, oltre che alla sua indefessa attività, sono dovute parecchie invenzioni e non pochi perfezionamenti di apparecchi televisivi.

Egli costruì un nuovo apparecchio per l'analisi e la sintesi delle figure. Questo consiste di un disco, lungo la periferia del quale corre un prisma trasparente, di angolo rifrangente variabile. In seguito alla rotazione del disco, il prisma rifrange la luce in direzioni diverse e in modo da esplorare successivamente i vari punti delle figure. Ma l' Jenkins stesso ne abbandonò poi l'uso, per ritornare al disco di Nipkow.

Una particolare considerazione merita, invece, il suo ultimo modello di ricevitore per famiglia, perchè si distingue per semplicità, solidità, e speciali vantaggi di funzionamento.

Per vagliarne meglio i pregi, osserviamo che, usando il disco forato, le dimensioni dell'imagine sono determinate dalla distanza fra due fori consecutivi e dalla larghezza della spirale. Per ottenere quindi imagini più grandi, si debbono accrescere le dimensioni del disco, il che dà luogo, oltre certi limiti, a comprensibili inconvenienti.

Ma un inconveniente, ch'è forse di maggior rilievo, presenta la conformazione della lampada al neon. L' energia elettrica viene impiegata a rendere luminosa tutta la piastra catodica di

questa, ch'è estesa quanto il quadro, laddove una piccola quantità di luce soltanto, cioè quanta ne passa attraverso un foro del disco, viene impiegata a produrre i singoli elementi dell' imagine; e anche questa illumina lo schermo solo per brevissimo tempo. Se p. e. il disco ha 30 fori e fa 12,5 giri al secondo, il pennello di luce descrive $30 \times 30 \times 12{,}5 = 11250$ elementi luminosi al secondo, sicchè la durata di illuminazione per un elemento è di $^1/_{11250}$ di secondo.

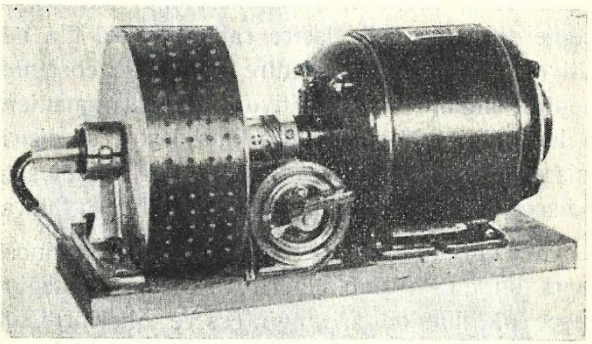


Fig. 30 - Tamburo dell' Jenkins per la riproduzione delle imagini e motore.

Il sistema dell'Jenkins tende a diminuire in parte un tale frazionamento dell'energia luminosa e a ridurre le dimensioni dell'apparecchio.

Esso consiste di un tamburo girevole, montato sull'asse del motore, di circa 18 cm di diametro e 8 di lunghezza. La sua superfice laterale reca 48 fori disposti lungo una spirale di 4 giri. Quella

parte dell'asse che attraversa il tamburo, ha la forma di un cilindro cavo e contiene la lampada al neon (fig. 30). Questa lampada ha un anodo, situato nella parte inferiore del tubo, e quattro lamine catodiche, ciascuna delle quali manda la sua luce ai fori di uno dei giri della spirale. Dei bastoncini di quarzo, che vanno radialmente dal cilindro interno ai fori del tamburo, servono da canali per la luce.

Un commutatore automatico, applicato all'asse del motore, mette in comunicazione successivamente ciascuna delle lastre catodiche col filo negativo della corrente, mentre l'anodo è costantemente congiunto col positivo. In questa maniera la luce che si forma sopra una lastra si distribuisce ad una sola serie di fori e viene impiegata a disegnare solamente un quarto dell'intera figura.

Concentrando così tutta l'energia luminosa sopra un quarto del quadro alla volta, l'imagine riesce più luminosa e può essere ulteriormente ingrandita. Anche i canali di quarzo raccolgono e dirigono meglio la luce ai fori.

La fig. 31 rappresenta l'apparecchio completo. E' un mobile di piccole dimensioni, nell'interno del quale è rinchiuso il tamburo coll'asse orizzontale. La luce, che esce dai fori di questo, viene riflessa da uno specchio alla lente di ingrandimento, attraverso la quale si osserva l'imagine. In altri modelli il tamburo è collocato verticalmente, in modo che si può fare a meno dello

specchio. L'imagine apparisce allora ad una finestra, incavata profondamente in una parete verticale della cassetta.

Con questi ricevitori, usando correnti di soli 5 milliampére, l' Jenkins riuscì ad ottenere imagini di forma quadrata di 5 cm. di lato e ingrandirle fino a 15 cm., in modo da renderle visibili

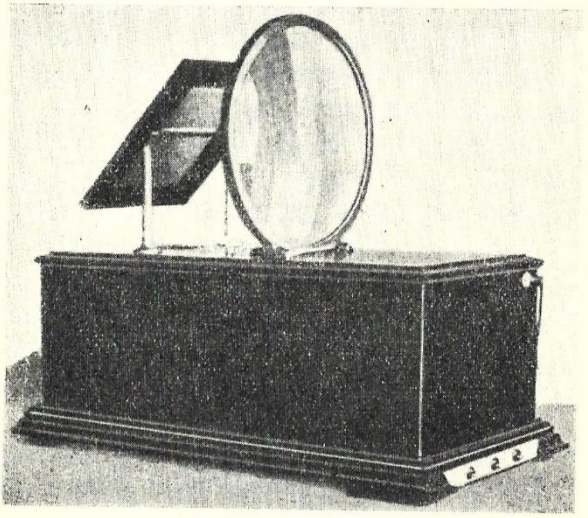


Fig. 31 - Il radiovisore completo dell' Jenkins con specchio e lente d'ingrandimento.

in una stanza a 5-6 persone. Finora si limitò alla ricezione di siluette e figure in bianco e nero, senza mezze tinte; ma sta continuando gli studi per perfezionare ancora il suo apparecchio ed estenderne l'uso.

Per assicurare il sincronismo degli apparecchi, si servì di motori sincroni, allacciati alla corrente alternata della rete industriale, di 60 cicli. Egli afferma d'aver ottenuto dei buoni risultati, con questo sistema, persino alla distanza fra Washington e New York.

X

Apparecchi di televisione
privi di inerzia

INCONVENIENTI E LIMITAZIONI DEI DISPOSITIVI MECCANICI. — Gli apparecchi meccanici usati nei sistemi di televisione finora descritti per effettuare la scomposizione e la sintesi delle imagini, come il disco del Nipkow, la ruota del Weiller, gli specchi oscillanti, coi relativi motori, presentano sempre una certa inerzia, dovuta alle masse che si mettono in movimento. Essi richiedono perciò un considerevole impiego di energia e non dànno risultati sodisfacenti, specialmente per il mantenimento del sincronismo, se tutti i loro organi non sono costruiti con grande precisione.

Volendo trasmettere un maggior numero di elementi ottici al secondo, per ottenere imagini più distinte o più grandi, si deve aumentare ancora la velocità dei movimenti, per cui si incontrano anche maggiori difficoltà, dovute sempre alle conseguenze dell'inerzia. Infine anche il rumore dei motori può diventar molesto, quando si tratta della trasmissione contemporanea dei suoni.

Nella televisione, dovendo effettuare movimenti rapidissimi, è naturale che si cerchi la soluzione ideale dei problemi nell'abolizione della

inerzia. L'invenzione della cellula fotoelettrica, della lampada al neon, della cellula del Karolus, soppiantando altri apparecchi di maggior inerzia, hanno portato il problema della televisione sempre più vicino alla sua soluzione pratica. Restavano da sostituire gli altri apparecchi meccanici, ancora usati, con dispositivi privi di inerzia.

L'OSCILLOGRAFO A RAGGI CATODICI DEL BRAUN. — Già nel 1907 il Rosing di Pietroburgo pensò di servirsi di un tubo a raggi catodici, simile a quello costruito per scopi scientifici dal Braun, per ricavarne un apparecchio ricevente di televisione.

Il tubo del Braun è un'ampolla di vetro, contenente un gas allo stato di estrema rarefazione, che, per gli scopi della televisione, è di solito l'argon, ad una tensione di un centesimo-un millesimo di mm. (fig. 32). Per poter far passare attraverso il gas le scariche elettriche, sono fusi nel vetro due fili, i quali terminano nell'interno del tubo con due elettrodi, cioè due estremità metalliche, che possono avere forme diverse: l'anodo o elettrodo positivo e il catodo o elettrodo negativo.

L'elettricità incontra una grande resistenza per attraversare il gas rarefatto. Tuttavia, applicando ai due elettrodi una tensione di alcune migliaia di volta, gli elettroni vengono proiettati dal catodo

in direzione rettilinea con enormi velocità, formando un fascio di raggi detti *catodici*. Questi raggi si ottengono con tensioni molto minori, se si riscalda intensamente il catodo, perchè anche il riscaldamento provoca la fuoruscita degli elettroni.

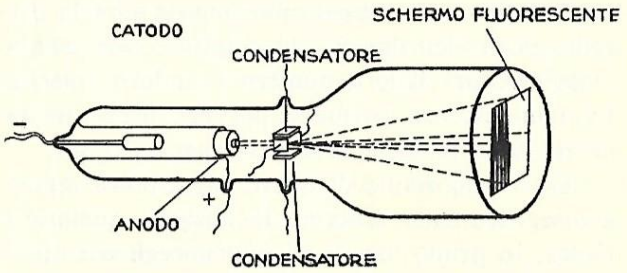


Fig. 32 - L'oscillografo a raggi catodici del Braun.

Le velocità comunemente raggiunte dagli elettroni dei raggi catodici sono di 40-60 000 chilometri al secondo, ma, con maggiori tensioni, possono diventare molto più grandi.

I raggi catodici non sono dunque raggi di luce o oscillazioni elettromagnetiche. Si possono considerare invece come vere correnti elettriche, separate dal loro supporto naturale, che è la materia; e delle correnti elettriche hanno anche tutte le proprietà.

Questi raggi non sono visibili, ma, proiettati su certe sostanze, le rendono luminose di una luce fluorescente, suscitata dal bombardamento degli elettroni contro le molecole della sostanza. Per citare delle sostanze usate agli scopi della tele-

visione, il tungstato di calcio si accende di una luce azzurra cupa, il silicato di zinco di una luce giallo-verde, che apparisce chiaramente luminosa all'occhio. Uno schermo, cosparso di un miscuglio di queste sostanze e collocato dirimpetto ad un fascio di raggi catodici, diventerà tanto più intensamente luminoso quanto più intensa sarà la corrente degli elettroni che lo colpisce, cioè quanto maggiore sarà il loro numero e la loro velocità. La luminescenza permane poi per breve tempo anche dopo la scomparsa dei raggi.

Un fascio sottile di questi raggi potrà servire a disegnare sullo schermo le imagini, qualora si riesca, in primo luogo, ad imprimergli dei rapidi movimenti, in modo ch'esso descriva, a guisa di pennello, delle striscie parallele e attigue lungo tutto lo schermo; in secondo luogo, a regolare l' intensità dei raggi, e quindi la luminescenza da essi suscitata sullo schermo, per mezzo degli impulsi di corrente che rappresentano gli elementi ottici delle imagini.

Il movimento del fascio di raggi catodici si può ottenere in due modi diversi. Come si vede nella fig. 32, a metà circa del tubo si trovano due condensatori, l'uno è costituito di due lamine metalliche orizzontali, l'altro è a lamine verticali. Si imagini che il primo venga caricato di elettricità. Gli elettroni, che costituiscono il fascio di raggi e non sono che cariche negative di elettricità, saranno attratti dalla lamina del condensatore carica positivamente e respinti da quella ch'è carica

negativamente, e i raggi si piegheranno verso la prima. Se il condensatore viene caricato ripetutamente a tensioni opposte, i raggi si sposteranno ripetutamente dall'alto verso il basso e viceversa e descriveranno sullo schermo una striscia luminosa verticale. Per ogni oscillazione completa dei raggi la striscia sarà disegnata due volte. Caricando invece alternativamente il secondo condensatore, a lamine verticali, i raggi descriveranno striscie orizzontali.

Supponiamo che il condensatore verticale sia attraversato da correnti di 10 periodi completi al secondo, e quello orizzontale contemporaneamente da correnti di 800 periodi. In $^1/_{20}$ di secondo il pennello di raggi descriverà una volta orizzontalmente e nello stesso tempo 80 volte verticalmente lo schermo, vale a dire durante questo tempo lo percorrerà tutto disegnandovi 80 striscie verticali. In un secondo lo descriverà per intero 20 volte. Naturalmente gl' impulsi di corrente devono essere di sufficente intensità, affinchè le oscillazioni dei raggi abbraccino l'estensione dello schermo.

Il secondo metodo per ottenere gli stessi movimenti, si fonda sul principio che una corrente viene deviata anche da un campo magnetico, generato, per esempio, dalle correnti di una bobina. A tale deviazione devono sottostare anche i raggi catodici, che non differiscono essenzialmente da una comune corrente che attraversa un filo. Collocando dunque al posto dei due condensatori due

bobine di filo, l'una perpendicolare all'altra, percorse da correnti alternate con gli stessi periodi di frequenza, il pennello di raggi descriverà nello stesso modo, punto per punto, lo schermo.

APPARECCHIO RICEVENTE CON OSCILLOGRAFO CATODICO. — Il tubo del Braun si adatta soprattutto alla costruzione di apparecchi riceventi di televisione, perciò è stato anche maggiormente studiato per questo impiego.

Per controllare l' intensità dei raggi catodici e far variare, quindi, la luminosità ch'essi producono sullo schermo, si usa di solito una specie di griglia, inserita vicino al catodo, alla quale si inviano gl' impulsi di corrente destinati a riprodurre le imagini. Questa agisce sui raggi catodici in modo simile alla griglia delle valvole termoioniche, cioè aumenta la loro intensità proporzionalmente alla intensità di quegli impulsi, e fa variare, in questo modo, anche la luminosità della fluorescenza ch'essi eccitano sullo schermo.

Per ottenere il movimento del punto luminoso, si trasmettono ad uno dei condensatori o ad una delle bobine gl' impulsi di corrente dovuti alla frequenza delle righe, e all'altro quelli dovuti alla frequenza delle imagini. Questi impulsi di corrente imprimeranno ai raggi catodici dei movimenti sincroni con quelli dell'apparecchio trasmettente, in modo che il punto luminoso, da essi generato, riprodurrà, con lo stesso ritmo e con la stessa fase, gli elementi delle imagini.

Parecchi ed evidenti sono i vantaggi di un tale sistema. Non occorrono più il motore, gli apparecchi meccanici ruotanti od oscillanti per la riproduzione delle imagini e quelli per il mantenimento del sincronismo. Tutti i movimenti avvengono praticamente senza inerzia e senza rumori, perchè non sono che movimenti di correnti elettriche. L'inerzia degli elettroni, per l'esiguità della loro massa, è trascurabile.

La luce di fluorescenza, eccitata dai raggi catodici, non è molto intensa, ma in compenso ha una certa persistenza sul quadro, a differenza di quella dei sistemi a luce riflessa o diffusa. Così, trasmettendo 20 imagini al secondo, se la luminosità tarda $^1/_{20}$ di secondo a scomparire, lo schermo resterà illuminato costantemente e sarà eliminato ogni tremolìo delle imagini.

Usando come sostanza fluorescente il miscuglio, già menzionato, di tungstato di calcio e silicato di zinco, si ottiene una luminosità maggiore di quella che si ha comunemente sullo schermo cinematografico. Perciò, anche se le imagini ottenute sono assai piccole, si possono ingrandire con lenti.

Per tutti questi vantaggi, si comprende che questo sistema di televisione apparisce veramente come l'ideale. Infatti già un quarto di secolo fa s'incominciò a pensare al tubo del Braun per la costruzione di un ricevitore di televisione. Dopo il Rosing se ne occuparono in Inghilterra A. A. Campbell Swinton e T. Thorne Baker. Oggi gli

studi per perfezionare e dar sviluppo a un tale sistema di televisione sono più che mai attivi. A Berlino sono condotti da Manfred von Ardenne e i suoi collaboratori, in Francia dal Belin, dal Hollweck e dal Dauvillier, in America da C. A. Sabbah, da J. B. Johnson della Società Bell, da R. P. Clarkson e specialmente da Vladimiro Zworykin, per la Westinghouse Electric Company, che ha già intrapreso delle trasmissioni sperimentali dalla stazione di Pittsburg, per provare la bontà del sistema.

Lo Zworykin ha iniziato le sue esperienze da questa stazione con la trasmissione di pellicole. Si dovrebbero trasmettere scene di attualità, assunte dal vero cinematograficamente, preparando con processi rapidi le pellicole. Si progettano anche trasmissioni cinematografiche accompagnate da parole e musica.

Lo Zworykin, pur avendo progettato la costruzione di apparecchi trasmettenti ad oscillografo catodico, usa ora per l'esplorazione delle pellicole un sistema meccanico, cioè un oscillografo a specchi.

Come ricevitore, invece, adopera il suo *cinescopio,* a raggi catodici. Il moto del pennello di raggi è prodotto nell'un senso, per mezzo di un condensatore, con mille cicli, nell'altro, per mezzo di una bobina, con 16 cicli. Gl' impulsi di corrente si ricavano dalla stessa onda portante che trasmette le modulazioni ottiche. L'apparecchio, con i suoi accessori, è chiuso in un'elegante cassetta,

provvista di una finestra, sulla quale appariscono le imagini.

Queste sono in origine assai piccole, hanno appena le dimensioni di cm. 1 per 1,25. Ma vengono ingrandite fino a 10-12 cm., in modo da poter essere osservate da più persone.

L'Ardenne, applicando al catodo una tensione di 2500 volta, ha ottenuto delle imagini da centimetri 7 per 7, visibili persino alla luce del giorno. Si afferma che ormai si sono raggiunti risultati pari a quelli ottenuti con altri sistemi.

I PROBLEMI DELLA RICEZIONE COLL'OSCILLOGRAFO COTODICO. — Potrebbe sembrare che, per trasmettere le due frequenze occorrenti a produrre il movimento dei raggi e quello che serve a regolarne la luminosità, sieno necessari tre diversi canali d'onde. Invece è possibile effettuare tutte queste trasmissioni con una sola onda portante.

Alla stazione ricevente, per separare una frequenza dalle altre, si usano dei filtri speciali, cioè dei circuiti oscillanti accordati per questa frequenza, accoppiati induttivamente col circuito di entrata. Con un tale circuito accordato si separa da prima la frequenza delle righe, che è un multiplo di quella delle imagini. Con altri filtri si separano poi queste due l'una dall'altra. Perciò è vantaggioso che la frequenza delle righe sia particolarmente marcata, il che si ottiene la-

sciando una fascia abbastanza larga ai margini del quadro.

L'Ardenne ha suggerito l'uso di uno speciale riduttore di frequenza, del quale fa parte una lampada ad incandescenza, per ricavare la frequenza delle imagini da quella delle righe.

Per accennare ad un altro problema che deve essere affrontato allo scopo di perfezionare questi sistemi, osserveremo che l'azione deviatrice, esercitata dai condensatori o dalle bobine sui raggi catodici, dipende anche dalla velocità con la quale si muovono gli elettroni, e precisamente raggi di minor velocità vengono deviati maggiormente. Ma questa velocità viene alterata più o meno dagli impulsi di corrente che controllano l'intensità dei raggi. Ne viene di conseguenza che queste correnti, che dovrebbero determinare solamente la luminosità dei singoli elementi dell'imagine, influiscono anche sulla loro posizione nel quadro, causando distorsioni delle figure. Un' azione, dunque, disturba l'altra e ciò specialmente nelle regioni del quadro più distanti dal centro.

Per togliere tale inconveniente, si è pensato a vari rimedi. Alcuni consistono in una specie di compensazione degli errori, e sono abbastanza complicati. Un rimedio più semplice è quello di invertire le due azioni, in modo che le correnti destinate al controllo della luminosità agiscano dopo che i raggi sono stati già deviati, e cioè in vicinanza dello schermo. Ma il problema non ha trovato ancora la sua definitiva soluzione.

Osserviamo ancora che gli elettroni che formano i raggi catodici, specialmente se non sono animati da velocità grandissime, respingendosi l'un l'altro con le loro cariche negative, hanno la tendenza a spargersi. Per mantenere unito e sottile il fascio di raggi, il Johnson usa il gas argon ad una pressione un po' più alta. Gli elettroni dei raggi catodici, urtando contro le molecole del gas, le ionizza, cioè ne caccia fuori gli elettroni atomici, che si sbandano all'intorno, lasciando nel mezzo gli ioni pesanti carichi di elettricità positiva, i quali vi restano appunto perchè hanno una massa relativamente grande. Così si crea, lungo il percorso degli elettroni, come un canale che li tiene uniti, sia per le forze di attrazione che esercitano su di essi gli ioni positivi, sia per la repulsione che esercitano gli elettroni sbandati in seguito al processo di ionizzazione. Così il Johnson ottenne risultati sodisfacenti con soli 400-500 volta di tensione catodica.

APPARECCHI TRASMETTENTI CON OSCILLOGRAFO CATODICO. — I rilievi fatti sui ricevitori ad oscillografo catodico hanno dimostrato che l'uso del tubo di Braun per la ricezione delle imagini, che teoricamente dovrebbe rappresentare il sistema ideale di televisione, ha fatto sorgere tuttavia una serie di problemi, che si devono risolvere per renderne pratico e sodisfacente il funzionamento. Più difficile ancora riesce l'applicazione del tubo di Braun per costruire apparecchi di trasmissione.

D'altra parte va rilevato che la costruzione di apparecchi semplici, di facile e sicuro funzionamento e di basso costo, che si possano fabbricare in serie e in grandi quantità, è di ben maggiore importanza per la ricezione che per la trasmissione. Poichè alla costruzione di impianti trasmettenti si possono dedicare più facilmente quei mezzi più cospicui che sono richiesti per garantire un buon funzionamento di dispositivi meccanici più complicati.

Perciò gl' inventori hanno rivolti i loro studi, anzitutto, al perfezionamento degli apparecchi riceventi di questo tipo. Tuttavia non sono pochi anche i progetti per la costruzione di apparecchi di trasmissione. Il primo fra questi è quello di Campbell Swinton, del 1911.

Noi ci soffermeremo sulla descrizione di uno dei sistemi più recenti, dello Zworykin. Nella fig. 33 è rappresentato il tubo del Braun col catodo *c*, coll'anodo *a*, che ha la forma di un piccolo cilindro, i condensatori *e e* e le bobine *b b*, che servono a produrre le oscillazioni del fascio di raggi catodici. Vicino alla parete opposta al catodo, dove il tubo ha un restringimento, si trova il quadro *q*, sul quale si proietta l'imagine, e una sottile reticella metallica *r*. L'ampolla contiene delle piccole quantità di argon.

L' imagine del soggetto che deve essere televisto viene proiettata, per mezzo di un obiettivo *l*, sopra una delle facce del quadro *q*, mentre la faccia opposta di questo viene esplorata dal pennello di

raggi catodici. La reticella *r* divide la luce in tanti campi distinti, ma non impedisce la proiezione dell'imagine.

Il quadro *q* è formato di tre strati: il primo, quello che sta dalla parte dei raggi catodici, consiste di una sottile foglia di alluminio; il secondo è formato di una sostanza isolante, di ossido di alluminio o di magnesio; il terzo, quello esposto

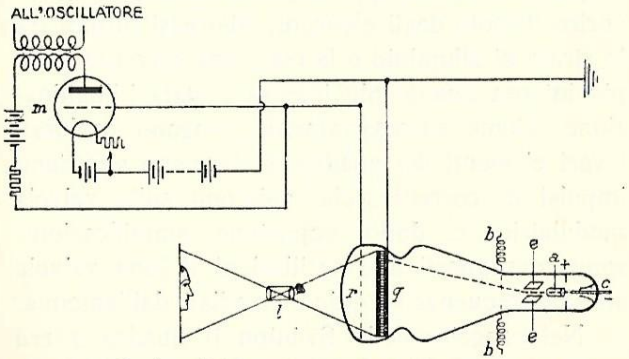


Fig. 33 - L'apparecchio trasmettente ad oscillografo catodico dello Zworykin.

alla illuminazione, è un leggero deposito di potassio, ottenuto con un processo speciale, per cui il metallo si suddivide in piccolissime sferette, che costituiscono quasi altrettante cellule fotoelettriche.

Con lo strato di alluminio e con la rete metallica sono congiunte le estremità dei fili del circuito di griglia della lampada modulatrice *m*. Ma questo circuito è interrotto dallo strato isolante.

Quando si proietta l'imagine sullo strato sensibile di potassio, questo emette elettroni. Dov'è più intensa l'illuminazione, è anche più copiosa

l'emissione elettronica, mentre manca nei punti illuminati. Ma una corrente non può formarsi causa lo strato isolante interposto.

Quando invece il fascio di raggi catodici esplora un elemento del quadro, esso rende conduttivo lo strato isolante e ionizza sul suo percorso le molecole dell'argon, fra il quadro e la rete metallica. A questa è inoltre applicata una tensione, per favorire il moto degli elettroni. Allora si forma, fra lo strato di alluminio e la rete, una corrente tanto più intensa quanto più intensa è stata l'illuminazione. Come successivamente vengono esplorati i vari elementi del quadro, si formano altrettanti impulsi di corrente, che agiscono sulla valvola modulatrice e, dopo opportune amplificazioni, sono sovrapposti alle oscillazioni di una valvola ad alta frequenza, e quindi irradiati dall'antenna.

Nel progetto dello Swinton il quadro *q* era composto di molti cubetti di rubidio, isolati l'uno dall'altro, o di altro metallo coperto di uno strato di sostanza fotoelettrica, e fra il quadro e la parete si trovava una camera contenente vapori di sodio, i quali hanno la proprietà di aumentare la loro conduttività per azione della luce.

Anche in questo caso, in seguito all'azione concomitante dell'illuminazione, che rende conduttivi i vapori di sodio e provoca l'emissione fotoelettrica da una parte, e dei raggi catodici, che caricano di elettricità i cubetti dall'altra, si generano quegli impulsi di corrente che rappresentano gli elementi ottici dell'imagine.

Il progetto dello Swinton subì successivamente parecchie modificazioni da parte di altri inventori. Il Clarkson abolisce addirittura lo strato fotoelettrico del quadro e mantiene solamente i vapori di sodio sensibili alla luce.

XI

Sviluppi e applicazioni della televisione

La televisione a colori. — Le imagini ottenute nella televisione comune sono di un solo colore, ch'è spesso quello rossastro della lampada al neon. I perfezionamenti realizzati successivamente nella costruzione dei vari organi degli apparecchi di televisione, e in particolare l'accresciuta sensibilità delle cellule fotoelettriche, hanno reso possibile anche la riproduzione delle imagini nei loro colori naturali. Il problema è stato affrontato, quasi contemporaneamente, dal Baird e dall'Ives, direttore della Società Bell.

Il principio seguito per la sua soluzione è lo stesso della fotografia a colori. Prendendo tre colori come fondamentali, il rosso, il verde e l'azzurro, qualunque altro si può ottenere come combinazione di due o tre di essi. Collocando dinanzi ad un soggetto, illuminato di luce bianca, una lastra trasparente, di vetro o di celluloide, di color rosso, non passerà attraverso questa che la luce rossa riflessa dai corpi, la quale renderà così solamente il color rosso delle loro superfici. La lastra colorata si comporta, rispetto alla luce, come un filtro che lascia passare una sola specie di raggi.

Usando tre filtri di luce, una per ciascuno dei colori fondamentali, e facendo corrispondentemente tre assunzioni dello stesso soggetto, avremo altrettante imagini, delle quali ciascuna rappresenterà il soggetto in uno dei colori fondamentali. Sovrapponendo queste imagini sullo stesso schermo, si avrà la riproduzione del soggetto nei suoi colori naturali.

Il Baird realizzò questo principio nel modo più semplice. Le tre assunzioni vengono eseguite, anzichè contemporaneamente, una dopo l'altra nel tempo, ma tanto rapidamente che, nella riproduzione, le tre imagini, sempre per la loro persistenza sulla retina, sembrano contemporanee. In questo modo, la trasmissione può essere effettuata, come nella televisione monocromatica, con un solo filo di linea o un solo canale d'onde.

I dischi che servono all'analisi e alla ricostruzione delle imagini, sono provvisti di tre spirali di fori, ciascuna delle quali è coperta da un filtro di celluloide per uno dei colori fondamentali (fig. 34 a). Durante la rotazione del disco, al passaggio di ogni spirale viene esplorata una volta l'intera figura. Sicchè, per ciascun giro del disco, l' imagine viene trasmessa tre volte, una per ciascuno dei tre colori.

La luce riflessa deve agire, quindi, sopra una cellula fotoelettrica. Una delle difficoltà che si dovettero superare è stata quella di costruire cellule sensibili ugualmente ai diversi colori. Quelle al potassio sono sensibili specialmente ai raggi

azzurri e assai poco ai rossi, come le comuni lastre fotografiche. Fu studiata quindi l'azione fotoelettrica della luce su altre sostanze, specialmente sul sodio, magnesio e cesio. Il Baird riuscì a costruire delle cellule sensibili persino ai raggi infrarossi. La Società Bell, usando il sodio e applicando uno speciale processo di sensibilizzazione, per mezzo di vapori di zolfo e ossigeno, costruì delle cellule sufficentemente sensibili a tutti i raggi della luce visibile.

Nella stazione ricevente, un disco uguale, a tre spirali provviste di filtri, deve riprodurre la imagine successivamente nei tre colori. Sennonchè la solita lampada al neon non può servire che a dare la luce rossa. Per la luce verde e l'azzurra, il Baird adopera una lampada a vapori di mercurio ed elio.

Le due lampade sono collocate, l'una accanto all'altra, da una parte del disco. Quella al neon deve illuminarsi solamente quando le passa dinanzi la spirale munita del filtro per la luce rossa, vale a dire per un terzo di giro del disco; l'altra deve dar luce per gli altri due terzi di giro. A ciò provvede un commutatore automatico, applicato all'asse del motore, che inserisce ora l'una e ora l'altra lampada nel circuito.

Per poter trasmettere lo stesso numero di elementi come nella televisione comune, per ogni esplorazione del quadro, il disco dovrebbe girare con una velocità tripla. Tuttavia, grazie alle proprietà accomodanti dell'occhio, si ottengono delle

discrete riproduzioni anche con velocità minori.

Nel sistema di televisione a colori ideato dall' Ives, il pennello di luce bianca, impiegata per esplorare la scena, viene riflesso a tre serie di cellule, rinchiuse in cassettine, munite di filtri per i colori fondamentali. Si hanno quindi anche tre circuiti separati per gli impulsi delle correnti e altrettante trasmissioni contemporanee di imagini. Per queste si adoperano pure tre fili di linea o tre canali d'onde.

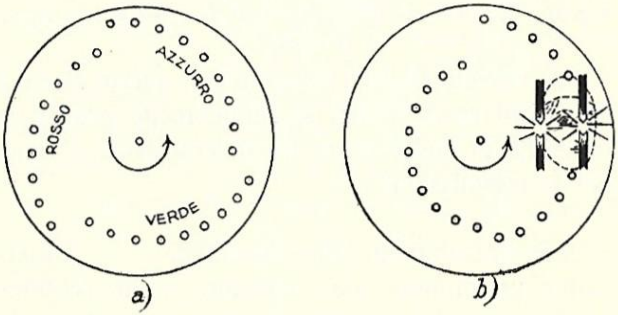


Fig. 34 - Dischi del Nipkow.
a) per la televisione a colori - *b)* per la televisione stereoscopica.

L'apparecchio ricevente (fig. 35) contiene tre lampade, l'una al neon, provvista di filtro per la luce rossa, e due a gas argon, per la verde e l'azzurra. Ciascuna è alimentata dagli impulsi di corrente della trasmissione corrispondente. La luce di una di queste lampade, giunge, attraverso un sistema di lenti e i fori del disco, direttamente all'occhio; quella delle altre due viene riflessa da specchi alle medesime lenti, in modo che tutte si

riuniscono nell'occhio. In seguito alla loro sovrapposizione, si forma in esso l'imagine nei suoi colori naturali.

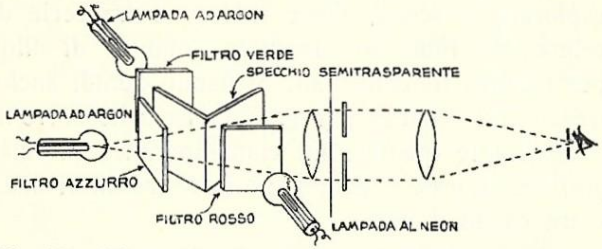


Fig. 35 - Schema del dispositivo dell'Ives per la televisione a colori.

La Società Bell ha ottenuto con questo sistema dei buoni risultati, ma lo rende meno pratico la necessità di dover usare tre diversi canali d'onde per la trasmissione.

LA TELEVISIONE STEREOSCOPICA. — Osservando un dipinto, noi abbiamo un'impressione ben diversa che osservando gli oggetti o la scena ch'esso rappresenta nella loro realtà: manca la sensazione del rilievo e delle distanze o, come si dice, della plasticità. Quando osserviamo un oggetto reale con ambedue gli occhi, si formano, sulle rispettive retine, due imagini un po' differenti l'una dall'altra. Poichè un occhio abbraccia una parte più grande dell'oggetto dal suo lato destro, l'altro ne abbraccia di più dal lato sinistro. Per convincersene, basta chiudere prima l'uno poi l'altro occhio, e confrontare le due imagini osservate. Nella visione binoculare, queste imagini si

fondono nella nostra sensazione, dandoci l'impressione della plasticità.

Nei soliti stereoscopi, per ottenere il medesimo effetto, si assumono due fotografie della scena da punti poco distanti l'uno dall'altro, e si dispongono poi queste l'una accanto all'altra, ma separate da un tramezzo, in modo che ciascun occhio osservi una sola imagine.

In base allo stesso principio, anche nella televisione stereoscopica si dovranno fare contemporaneamente due trasmissioni del soggetto, assunte da punti vicini l'uno all'altro. A tale scopo si potrebbero usare due dischi esploratori diversi e due distinti canali d'onde, per la trasmissione delle modulazioni. Ma il Baird ha semplificato il processo, come per la televisione a colori, effettuando le due trasmissioni una dopo l'altra, con grande rapidità.

A tale fine, il disco che serve all'esplorazione è provvisto di due spirali di fori, ciascuna delle quali occupa solo la metà del disco, una più vicina al suo centro e l'altra più distante da esso, come nella fig. 34 b). Da una parte del disco si trovano due lampade, una per ciascuna spirale; e, durante metà della rotazione, passa la luce dell'una, durante l'altra metà, quella dell'altra attraverso la corrispondente spirale. Le due lampade agiscono dunque alternativamente, inviando i loro raggi all'oggetto, che li riflette quindi a due cellule sensibili.

fondono nella nostra sensazione, dandoci l'impressione della plasticità.

Nei soliti stereoscopi, per ottenere il medesimo effetto, si assumono due fotografie della scena da punti poco distanti l'uno dall'altro, e si dispongono poi queste l'una accanto all'altra, ma separate da un tramezzo, in modo che ciascun occhio osservi una sola imagine.

In base allo stesso principio, anche nella televisione stereoscopica si dovranno fare contemporaneamente due trasmissioni del soggetto, assunte da punti vicini l'uno all'altro. A tale scopo si potrebbero usare due dischi esploratori diversi e due distinti canali d'onde, per la trasmissione delle modulazioni. Ma il Baird ha semplificato il processo, come per la televisione a colori, effettuando le due trasmissioni una dopo l'altra, con grande rapidità.

A tale fine, il disco che serve all'esplorazione è provvisto di due spirali di fori, ciascuna delle quali occupa solo la metà del disco, una più vicina al suo centro e l'altra più distante da esso, come nella fig. 34 b). Da una parte del disco si trovano due lampade, una per ciascuna spirale; e, durante metà della rotazione, passa la luce dell'una, durante l'altra metà, quella dell'altra attraverso la corrispondente spirale. Le due lampade agiscono dunque alternativamente, inviando i loro raggi all'oggetto, che li riflette quindi a due cellule sensibili.

zione delle figure. I raggi riflessi vengono concentrati, per mezzo di un obiettivo, sulla parte superiore del disco forato e agiscono, quindi, sulla cellula sensibile. Le correnti che se ne formano, sono amplificate e inviate alla lampada al

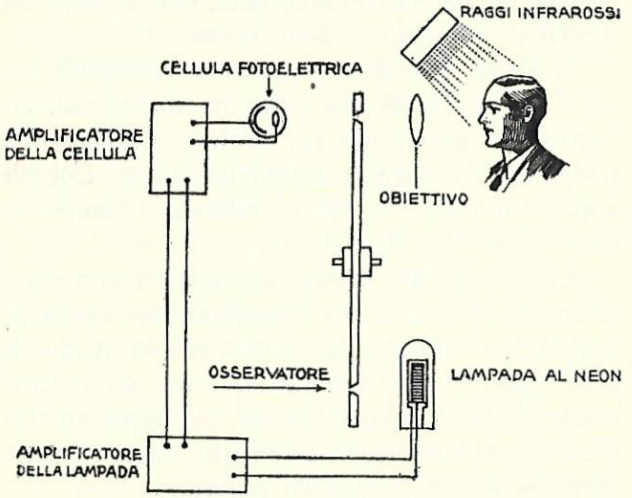


Fig. 36 - Il nottovisore del Baird.

neon, che si trova dalla stessa parte del soggetto rispetto al disco. Sicchè, dalla parte opposta di questo, l'osservatore può vedere l'imagine come attraverso un cannocchiale.

Il Baird chiamò questo apparecchio il *nottovisore*. Esso permette di osservare anche oggetti circondati dalla nebbia, perchè i raggi infrarossi, a differenza della luce visibile, riescono ad attraversarla senza difficoltà. Essi sono costituiti da

radiazioni di lunghezza d'onda relativamente grande; ed in generale si osserva che, quanto questa è più grande, tanto più facilmente i raggi riescono a superare gli ostacoli, quali sono le molecole d'aria, i vapori e la nebbia. E' per questa ragione che, al tramonto del sole, l'orizzonte, ricco di vapori, apparisce di color rosso.

Il Baird fece le sue esperienze ponendo davanti ad un fanale uno schermo di ebonite, sostanza del tutto opaca per la luce comune, ma trasparente ai raggi invisibili infrarossi. Col suo apparecchio potè scorgere, tuttavia, il fanale ad alcuni chilometri di distanza.

Egli ritiene che se ne potrebbe ricavare uno strumento utilissimo per la navigazione con tempo nebbioso. L' apparecchio è montato in modo da poter esser rivolto facilmente, come un cannocchiale, in qualunque direzione, per esplorare l'orizzonte. All'avvicinarsi di un'altra nave, i segnali luminosi appariscono sullo schermo.

Il nottovisore potrebbe anche esser usato in caso di guerra, per esplorare il campo nemico senza esser visti. Si dovrebbero proiettare sugli oggetti dei fasci di raggi infrarossi, in luogo della luce bianca che si usa attualmente.

REGISTRAZIONE DELLE IMAGINI SU DISCHI GRAMMOFONICI. — Nella televisione gli elementi che costituiscono un'imagine, estesa nello spazio, sono trasformati in segnali elettrici, che si susseguono nel tempo. Nella telefonia gli elementi acu-

stici, cioè le oscillazioni, che si producono naturalmente nel tempo, sono pure trasformati in segnali elettrici della stessa natura. In questo stadio della trasformazione, non v'è più una differenza sostanziale fra i fenomeni ottici e quelli acustici: gli uni e gli altri sono ridotti a impulsi di correnti che si susseguono nel tempo. I segnali elettrici, che portano a distanza, sia lungo un filo di linea, sia per il tramite delle radioonde, le imagini e i suoni, sono i medesimi. Una forma comune di riproduzione, si può dire, è stata trovata per le due specie di fenomeni.

I dilettanti di televisione, per mettere in punto l'apparecchio ricevente, usano inserire da prima, al posto della lampada al neon, un altoparlante. Allora gl'impulsi di corrente, anzichè dare i segnali ottici per la riproduzione delle imagini, fanno vibrare la lamina dell'altoparlante, e si sentono rumori e suoni, che esprimono, per così dire, acusticamente l'imagine. La trasmissione, per esempio, del volto di una persona avrà una sua particolare espressione sonora. Quando insieme con l'imagine sono trasmessi i segnali di sincronismo, si percepirà un suono speciale dovuto a questi segnali di frequenza costante.

Da questo avvicinamento dei fenomeni della vista a quelli dell'udito si possono trarre altre conseguenze. Gli apparecchi radioelettrici sono usati oggi, sempre più di frequente, in combinazione col grammofono, tanto per la registrazione quanto per la riproduzione dei fenomeni acustici.

Per la registrazione, gl'impulsi di corrente amplificati, che nella ricezione radiofonica mettono in oscillazione la superfice vibrante del diffusore o dell'altoparlante, vengono impiegati invece a far agire un'elettrocalamita sopra uno stiletto, che registra sul disco grammofonico le vibrazioni acustiche, incidendovi dei solchi più o meno profondi e spessi, secondo la natura dei suoni. In tale modo si effettua l'incisione radioelettrica dei dischi.

Viceversa, per mezzo di un riproduttore elettromagnetico, detto comunemente *pick-up*, si possono ricavare, dai solchi del disco, gli stessi impulsi di corrente che li hanno generati. Il principio è sempre quello dell' induzione elettromagnetica. La punta del riproduttore, scorrendo lungo i solchi, riproduce i movimenti vibratori e li trasmette ad un'armatura di ferro, che si muove nel campo magnetico di un'elettrocalamita. I movimenti di questa armatura producono, per il fenomeno di induzione, negli avvolgimenti dell'elettrocalamita, degli impulsi di corrente, che, dopo una conveniente amplificazione, sono inviati all'altoparlante. In questo modo si ottengono quelle riproduzioni acustiche perfezionate e amplificate, che hanno fatto assurgere oggi il vechio grammofono a nuovi destini.

Ora lo stesso disco grammafonico, col medesimo apparecchio elettromagnetico, può essere usato per registrarvi gl'impulsi di corrente che rappresentano gli elementi ottici delle imagini; e allora all'apparecchio si dà il nome di *visografo*.

Gli impulsi di corrente, destinati ad alimentare la lampada al neon di un ricevitore televisivo, si trasmettono invece all'elettrocalamita del visografo. Allora lo stiletto di questa registra sul disco gli elementi delle imagini.

Per ottenere da questi segni la riproduzione delle imagini, si inviano gli impulsi di corrente, generati dal riproduttore elettromagnetico e amplificati, alla lampada al neon di un ricevitore di televisione, come si trasmettono quelli che si ottengono col grammofono all'altoparlante. Allora si riproducono le imagini. L'apparecchio funziona dunque come un cinematografo a dischi anzichè a pellicole.

Il disco di Nipkow che riproduce le imagini dev'essere sincronizzato, naturalmente, col disco del visografo. Ma a ciò si provvede facilmente, impiegando lo stesso motore per la rotazione dell'uno e dell'altro apparecchio, ed usando ingranaggi conici per la trasmissione del moto. Infine è necessario che sieno uguali le velocità di rotazione nell'assunzione e nella riproduzione delle imagini.

Su dischi si può fare dunque la registrazione sia delle imagini che dei suoni. Da questa considerazione si giunge immediatamente all'idea di un apparecchio che serva insieme ad ambedue gli scopi e si potrebbe chiamare un *fonovisografo*.

Il fonovisografo può consistere di due dischi: uno per la registrazione delle imagini ed uno per quella della parola e dei suoni, messi in rotazione

dallo stesso motore. In questo modo è assicurata anche la contemporaneità delle due assunzioni, come pure quella delle riproduzioni. Ancora più semplicemente, si possono effettuare le due registrazioni contemporaneamente sullo stesso disco, riservando una parte di questo per la registrazione ottica e un'altra, concentrica alla prima, per quella acustica; si dovrà far uso di due apparecchi registratori, e così pure di due riproduttori, che agiscano di conserva.

In questo modo si realizza il più semplice ed economico apparecchio di cinematografia sonora per famiglia, nel quale alcuni problemi, che affaticano tuttora le menti dei tecnici che si occupano di questa materia, sono ridotti ai minimi termini.

Questi cenni su tale invenzione fanno anche intravvedere quali potrebbero essere gli usi pratici del visografo e del fonovisografo. Il primo potrebbe servire a imbottigliare, in certo modo, le trasmissioni di televisione, in maniera da poterle riprodurre, quindi, in qualunque momento. A tale scopo, basterebbe allacciare direttamente il riproduttore elettro-magetico al circuito di uscita nel quale si inserisce la lampada al neon. Soltanto per la riproduzione si farebbe uso del disco di Nipkow.

Inoltre, come oggi il radiofonografo è usato per le produzioni acustiche, quando manchino quelle radiotelefoniche, il visografo sarebbe un altro accessorio per la produzione di modeste rappresentazioni cinematografiche. Il fonovisografo,

poi, rappresenterebbe, come si è detto, un semplicissimo impianto di cinematografia sonora.

Un tale avvicinamento dei fenomeni ottici a quelli acustici fa pensare, infine, alla costruzione di un apparecchio universale, costituito di un dispositivo unico, per uso generale, e diversi accessori, che lo renderebbero utilizzabile ai più svariati scopi delle ricezioni, delle riproduzioni e delle registrazioni acustiche e ottiche.

LA TELEVISIONE AI SERVIGI DELL'UMANITÀ.

La nostra rassegna delle conquiste realizzate dalla televisione e dei suoi possibili sviluppi fanno sorgere l'idea di un vasto campo di utili applicazioni.

La possibilità di fare assunzioni in piena luce del giorno permetterà la trasmissione di scene vive di attualità, come oggi si trasmettono per radiodiffusione discorsi e produzioni musicali. La nostra capacità di vedere si estende oltre ogni limite sulla terra, come già si è estesa quella di udire.

Di uso assai popolare potrà diventare la telecinematografia. Si potrà dire, allora, che l'apparecchio per le proiezioni animate non avrà più un solo schermo a pochi metri di distanza, ma migliaia di schermi, collocati in ogni casa e nei luoghi più remoti. La telecinematografia sonora permetterebbe poi la radiodiffusione di spettacoli teatrali completi.

Nella medicina, come già si trasmettono i cardiogrammi, che rappresentano il funzionamento

del cuore, e si possono percepire i battiti di questo a qualunque distanza, si potranno fare altre osservazioni diagnostiche di immediata percezione. Il Dauvillier costruì, sui principi della televisione, un apparecchio per le osservazioni coi raggi Röntgen, il quale, mentre elimina gli effetti dannosi, per l'operatore e per il paziente, di una prolungata azione di questi raggi, fornisce imagini più chiare e distinte.

A scrutare le profondità dei mari, dove non può scendere il palombaro, e studiare direttamente la vita che vi si agita, potrà servire un apparecchio per l'osservazione televisiva, che si immergerà nell'acqua.

E se ne potrà far uso per fare osservazioni entro il cratere di un vulcano, dove il calore è di ostacolo all'osservazione diretta, per presagire, a qualche distanza di tempo, un'imminente eruzione.

Dalla televisione potrà trarre partito l'astronomia, per avvicinare le osservazioni fatte contemporaneamente in due luoghi diversi; e, forse, anche per cogliere i messaggi di corpi celesti ancora sconosciuti, perchè emettono solamente raggi invisibili.

Inoltre, finchè la guerra non avrà cessato di infierire fra gli uomini, la televisione potrà diventare un altro di quei mezzi che la rendono più insidiosa e terribile.

L'Alexanderson ha già eseguito esperienze di trasmissione televisiva con un apparecchio istallato sopra un areoplano. Riuscì a trasmettere vedute,

nelle quali si poteva distinguere il paesaggio su cui volava, una vettura in moto, un palo telegrafico ed altri particolari. E' inutile rilevare la importanza di una tale applicazione per l'osservazione del campo nemico ed anche per trasmettere al comando generale delle vedute complessive sulla distribuzione delle proprie forze.

Combinando la televisione con la telecinematica, si può imaginare un areoplano fantasma, privo di aviatori, comandato a distanza per mezzo delle radioonde. Alcuni apparecchi di trasmissione televisiva a funzionamento automatico, installati sull'areoplano e rivolti in direzione differenti, trasmettono contemporaneamente, con un sistema di trasmissione multipla, vedute diverse delle regioni sorvolate. Sulla base di queste osservazioni si dirige l'areoplano a distanza. Infine l'areoplano fantasma può trasportare esplosivi, che si possono scaricare, al momento voluto, con un comando trasmesso con le radioonde.

Ma più utile alla civiltà sarà lo sviluppo della televisione in quanto contribuirà a far scomparire sempre più le distanze fra uomo e uomo; a rendere partecipi di tutte le manifestazioni dell'arte e della cultura anche coloro che abitano nelle campagne o per loro uffici speciali sono isolati dai centri più popolosi; e ad allargare sempre più il campo delle relazioni pacifiche fra un popolo e l'altro. E tutto ciò sarà nello stesso tempo una efficace educazione al sentimento della comune solidarietà umana.

XII

Il presente e il futuro della televisione

FANTASIA E REALTÀ. — Il quadro tracciato nel precedente capitolo sulle possibilità future della televisione è, forse, opera di fantasia troppo audace. Gioverà, pertanto, gettare uno sguardo, con spirito critico, alla realtà del presente.

I risultati migliori, come quelli ottenuti dalla Società Bell e dalla General Electric Company, non si sono raggiunti che coll'impiego di mezzi straordinari, nelle trasmissioni su filo e a distanze limitate. Le imagini ottenute coi sistemi più comuni e più semplici, quelli che sono di maggior momento per una vasta diffusione della televisione, sono soggette ancora a manchevolezze e limitazioni.

Trasmettendo un numero relativamente esiguo di elementi, si ottengono imagini piccole e poco distinte, povere cioè di particolari. L'esiguo numero di imagini prodotte in ogni secondo, è causa di instabilità, di un certo tremolìo delle figure. Infine, la luminosità del quadro è generalmente scarsa.

Per comprendere le difficoltà che si devono superare, per raggiungere una sufficente fedeltà

nella riproduzione delle imagini, basta pensare alle molteplici cause che possono alterarne i particolari. Una deformazione può avere la sua origine: nella cellula fotoelettrica, che trasforma le variazioni di luce in impulsi di corrente; nei circuiti della stazione trasmettente, dove questi impulsi vengono amplificati, e, soprattutto, nei circuiti di amplificazione e rettificazione delle correnti della stazione ricevente; e negli apparecchi che servono alla trasformazione inversa degli impulsi di corrente in variazioni di intensità di luce. A queste cause di deformazione si aggiungono, nelle trasmissioni senza filo, i disturbi atmosferici e parassitari, il fenomeno dell'evanescenza o faiding, il fenomeno dell'eco ed altri perturbamenti, comuni a tutte le radiotrasmissioni.

Se pensiamo, infine, che distorsioni delle imagini possono derivare anche dalla mancanza di sincronismo, si comprende che non poche sono le cause possibili di una ricezione imperfetta.

E' comprensibile, quindi, che, sul conto della televisione, occorre di leggere continuamente apprezzamenti molto diversi e contradditori. Vi sono gli ottimisti e gli entusiasti, e fra questi numerosi inventori, i quali, commisurando i progressi realizzati negli ultimi anni in rapporto al tempo, nutrono le più belle speranze per un non lontano avvenire; e vi sono gli scettici, i quali, guardando alla presente realtà e ai numerosi problemi che i molti studi e tentativi non hanno ancora risolti, non si stancano dal mettere in guardia il pubblico

da soverchie illusioni, quando non tendano addirittura a sminuire l'importanza dei progressi raggiunti. Simili atteggiamenti diversi si ripetono all'apparire di ogni nuova e grande invenzione, ma solamente alla fede fattiva degli uni si deve l'impulso ad ogni progresso.

Il presente della televisione. — In questa opera sono stati descritti quei sistemi di televisione che hanno avuto un maggior sviluppo pratico e più sono stati sperimentati. Molti altri non differiscono da essi che in qualche particolare di costruzione. Tuttavia non è facile esaurire l'argomento: molti sono i brevetti che ogni giorno vengono chiesti, e intensi gli studi e le ricerche intorno a singoli problemi. Dobbiamo, quindi, limitarci ad alcuni cenni sommari, per completare in certo modo il quadro sul presente della televisione.

In fatto di realizzazioni pratiche, la massima attività è stata svolta negli Stati Uniti, in Germania e in Inghilterra. Ma anche in altri paesi si trovano gli sperimentatori e gli studiosi della televisione, per la quale va destandosi dovunque un interessamento sempre crescente.

In Francia il Belin, già noto per i suoi lavori sulla teleidografia, ha realizzato, in collaborazione col Hollweck, un proprio sistema di televisione. Per l'esplorazione delle figure, essi usano due specchi, fissati ai rebbi di due diapason, che si fanno oscillare in due direzioni perpendicolari. La luce viene riflessa dal soggetto all'uno e poi

all'altro specchio, e infine alle cellule fotoelettriche. In seguito alle due oscillazioni dei diapason, il pennello di luce riflessa esplora successivamente tutti gli elementi del quadro. Come ricevitore il Belin ha adottato l'oscillografo catodico.

Una modificazione speciale di quest'ultimo ricevitore è dovuta al Dauvillier, che ne ricavò il suo *telefoto*. Dello stesso è pure l'apparecchio, già menzionato, nel quale sono impiegati i dispositivi della televisione per effettuare le osservazioni radioscopiche coi raggi Röntgen.

Un altro sistema di esplorazione delle imagini è stato inventato dal francese Brillouin. Questi si serve di due dischi forati, muniti di lenti, paralleli l'uno all'altro, che si fanno ruotare in modo che le loro periferie si taglino ad angolo retto. Durante la rotazione, i fori dell'uno coprono parzialmente quelli dell'altro, e la parte libera si sposta in maniera che il fascio di raggi uscenti esplora tutto il quadro. Il Maiorana propose pure un sistema di esplorazione a due dischi che si tagliano ortogonalmente.

In Italia, inoltre, l'Ente nazionale per le audizioni radiofoniche ha progettato l'impianto di una stazione di telecinematografia. Farebbe uso di dischi da 60 fori, che suddividerebbero le imagini in 3600 elementi, e la trasmissione sarebbe effettuata su una lunghezza d'onda di 92 metri .E' apparsa, infine, la notizia della costruzione di un impianto di telefono televisivo, per il servizio pubblico fra Milano e Torino. Fra gli studiosi di tele-

visione vanno annoverati gli ingegneri A. Banfi e U. Guerra.

Da ultimo vogliamo far menzione di un sistema per l'analisi e la sintesi delle imagini, proposto recentemente dal barone Antonio Codelli, che si stacca da tutti quelli finora considerati. L' imagine viene esplorata lungo una linea a spirale, che si inizia agli orli del quadro e termina al suo centro. Le spire sono attigue l'una all'altra, ma più dense verso la parte centrale. Perciò l'imagine riesce più ricca di particolari in quella regione del quadro sulla quale si concentra di più l'attenzione dell'osservatore e, nel suo insieme, dà un'impressione migliore di un'imagine scomposta in righe.

Per effettuare in tale modo l'esplorazione, si usa uno specchio concavo, piccolo e leggero, di 8 cm. di diametro, che si fa vibrare intorno al suo centro, in modo che un fascio di raggi riflessi descriva sullo schermo la spirale. Lo specchio è trattenuto nella sua posizione normale da una corda elastica di acciaio o di minugia. Due paia di elettrocalamite, percorse da correnti alternate che creano un campo magnetico ruotante, imprimono allo specchio un moto conico di rotazione. Non appena il cono descritto dal suo asse ha raggiunto la massima ampiezza, e la circonferenza, che il fascio di luce riflessa descrive sullo schermo, ha il massimo raggio, l'azione delle correnti viene interrotta, e l'ampiezza di rotazione dello specchio, per la controazione della corda elastica e di altre

correnti indotte, viene diminuita fino a ridursi a zero.

Durante questo secondo periodo, il fascio di luce riflessa esplora il quadro, descrivendo delle spire sempre più ristrette. I raggi riflessi vanno a colpire la cellula fotoelettrica.

Nel breve periodo di tempo, durante il quale lo specchio si rimette in oscillazione e i raggi riflessi descriverebbero una spirale di pochi giri, viene sospesa la trasmissione degli elementi ottici, per inviare un segnale di sincronismo.

Questi segnali, di frequenza speciale, vengono separati, con appositi filtri, alla stazione ricevente, dove si trova un apparecchio uguale a quello descritto. Essi fanno entrare in azione gli elettromagneti, che mettono in oscillazione lo spechio ricevente. Questo, infine, riflette la luce variabile di una lampada al neon, con catodo puntiforme, sopra uno schermo, disegnandovi l'imagine con una linea continua a spirale.

Anche questo sistema non è privo di inconvenienti, e del suo valore pratico dovrà decidere ancora l'esperienza.

SELETTIVITÀ E PUREZZA DELLA RICEZIONE. — Per ottenere imagini distinte, ricche di particolari e di sufficente grandezza, occorre poter trasmettere e ricevere molti elementi ottici al minuto secondo, e perciò radioonde con modulazioni di grandi frequenze. Se il quadro, secondo le norme generali adottate in Germania, ha le dimensioni di

mm 48 per 36 e il fascio esploratore la sezione di mmq 1,44, si calcola che il numero degli elementi in cui viene scomposto il quadro, sia di 1200; esso è dato cioè dal numero di volte che l'area della sezione è contenuta in quella del quadro. Poichè l'imagine viene trasmessa $12^1/_2$ volte al secondo, il numreo degli elementi ottici da inviare durante questo tempo sarebbe di 15.000. Ma la trasmissione di due elementi ottici richiede una sola oscillazione elettrica completa, perchè, passando, per esempio, da un elemento di maggiore ad uno di minore chiarezza, si avrà un incremento e successivamente un decremento della corrente, che corrispondono ad una sola oscillazione. Quindi, in base a tale computo, la frequenza delle modulazioni sarebbe di 7500 cicli. Le imagini otteute sono, però, piuttosto rozze e imperfette.

Nelle esperienze descritte della Telefunken e in quelle più recenti dell'Alexanderson, dove la imagine era scomposta in 48 righe e veniva trasmessa 20 volte al secondo, si avevano invece, in base allo stesso computo, $48 \times 48 = 2304$ elementi e circa 23.000 modulazioni al secondo. La Società Bell arrivò ad un massimo di 5000 elementi e 40.000 cicli.

Ma il computo fatto per trovare la frequenza delle modulazioni, come si è già rilevato, non è rigorosamente esatto, in quanto ammette che per ogni elemento di superfice esplorata si abbia una variazione di tinta. La realtà è dunque più complessa, ma tale computo serve tuttavia a fare un

apprezzamento praticamente sufficente per giudicare della frequenza delle modulazioni.

Ora, coll'aumentare di questa frequenza, si accrescono anzitutto le difficoltà per ottenere una fedele ricezione dei segnali. Da un'analisi matematica sul problema della sovrapposizione dei moti oscillatori, risulta che, imponendo ad una onda che abbia, per esempio, la frequenza di un milione di cicli, corrispondente ad una lunghezza di 300 metri, modulazioni di 10.000 cicli, nell'onda modulata compariscono contemporaneamente le frequenze di 1.000.000—10.000 = 990.000 e di 1.000.000 + 10.000 = 1.010.000 cicli.

Nella trasmissione delle imagini, dove il raggio esploratore può percorrere regioni più vaste di chiarezza costante, si avranno anche frequenze minori di quella corrispondente al numero totale degli elementi in cui è scomposta l'imagine. Se questi elementi sono dunque 10.000, si formeranno due bande laterali dall'una e dall'altra parte dell'onda portante, che si estenderanno da 990.000 a 1.010.000 cicli, comprendenoo un'estensione complessiva di 20.000 cicli.

Ora, un ricevitore veramente selettivo è quello che amplifica massimamente una sola frequenza, quella dell'onda portante, e tanto meno le altre quanto più differiscono da essa. Quanto più esso è selettivo, tanto maggiore è lo smorzamento che vi subiscono le frequeze diverse. Se ne deve inferire che un ricevitore molto selettivo amplificherà

in modo differente anche le modulazioni di frequenze diverse, e tenderà a sopprimere quelle più alte. Per la televisione, le conseguenze di una tale amplificazione irregolare delle modulazioni si manifesterebbero nel fatto che, non essendo più gli impulsi di corrente della ricezione di intensità proporzionale alla chiarezza degli elementi ottici da cui derivano, le imagini mancherebbero di purezza, sarebbero poco fedeli nei particolari o distorte.

Talora si ottengono imagini a contorni fortemente marcati, che dànno un aspetto plastico alle figure. Queste deformazioni sono dovute ad una eccessiva amplificazione delle frequenze più alte.

I circuiti, dunque, non dovranno essere eccessivamente selettivi e le amplificazioni dovranno essere uniformi per tutte le frequenze. Si usano talora metodi di compensazione per correggere nella bassa frequenza distorsioni che hanno origine negli amplificatori della frequenza alta. Inoltre, come si è già spiegato nel cap. III, è sempre opportuno e, per riproduzioni di migliore qualità, addirittura necessario, di non scegliere accoppiamenti induttivi fra i vari circuiti, ma quelli a capacità e resistenza.

Nella radiotelefonia, per riprodurre con sufficente fedeltà la musica, si ritiene che basti una frequenza massima di 5000 cicli. Perciò un buon ricevitore radiofonico è costruito in modo da lasciar passare e amplificare uniformemente una banda di questa estensione dall'una e dall'altra

parte dell'onda portante. Un tale ricevitore può servire, quindi, anche agli scopi della televisione, finchè questa si limita a frequenze che non eccedono tale limite. Infatti tale è approssimativamente il caso per le trasmissioni ufficiali che si fanno oggi in Germania e in Inghilterra.

AMPIEZZA DEI CANALI D'ONDE E QUANTITÀ DEGLI ELEMENTI OTTICI TRASMESSI. — Secondo la teoria suesposta, se la differenza delle frequenze fra le onde portanti di due stazioni emittenti è minore di 10.000 cicli, vale a dire se per ciascuna di esse non vi sono due bande libere, dall'una e dall'altra parte, da 5000 cicli, un comune ricevitore radiofonico non può separarle completamente l'una dall'altra, causa la presenza delle modulazioni. Un'emissione turberebbe l'altra.

In pratica s'è visto che basta anche, per la telefonia, un'ampiezza di 9000 cicli, e, nella distribuzione internazionale delle diverse lunghezze d'onda, fatta ultimamente a Praga, tenendo conto di questa necessità, si è lasciato sgombero, per ciascuna stazione, un canale d'onde di tale ampiezza.

Sennonchè, per effettuare trasmissioni più perfette di televisione, come quelle descritte della Telefunken e della Bell Telephone, occorrono canali d'onda dell'ampiezza di almeno 20.000 cicli e più. Sfortunatamente le assegnazioni delle lunghezze d'onda per le varie stazioni sono state

fatte soltanto con riguardo ai bisogni della telefonia, quando non s'erano imposte ancora le nuove esigenze della televisione.

Parrebbe, dunque, che un ulteriore perfezionamento della televisione non si potesse raggiungere che mutando tutto il piano attuale della distribuzione internazionale delle radioonde e sopprimendo alcune delle stazioni esistenti di radiodiffusione, per poter accrescere l'ampiezza dei canali delle onde disponibili. Altrimenti la televisione non avrebbe che limitate possibilità di sviluppo. Ma è ovvio che a tale innovazione si opporrebbero non poche difficoltà di ordine pratico.

Qui dobbiamo però accennare al fatto che non tutti i tecnici giungono a questa conclusione. Sir A. Fleming, Presidente della Società di Televisione di Londra, in vari articoli pubblicati sull'organo di questa società e sulla «Nature», che hanno suscitato vivissime discussioni, mette in dubbio la reale esistenza delle bande di modulazione, osservando che le modulazioni alterano bensì l'ampiezza, ma non la frequenza dell'onda portante.

Si potrebbe pensare alla costruzione di un ricevitore molto selettivo, nel quale, con dispositivi speciali, sia tenuta fissa la frequenza dell'oscillazione dell'onda portante, ma sia resa possibile la variazione dell'ampiezza delle oscillazioni. Il dott. James Robinson di Londra ha inventato infatti un nuovo sistema di ricevitore, da lui chiamato *radiostato stenodico*, col quale si potrebbero ricevere modulazioni di grande frequenza, pure

usando soltanto una banda di 100 cicli. Col suo sistema, la frequenza dell'onda in arrivo viene ridotta da prima, sul principio dell'eterodina, ad una frequenza propria dell'apparecchio. Il circuito accordato su questa frequenza è estremamente selettivo e di minimo smorzamento. Un regolatore a cristallo ne mantiene costante la frequenza. Tale circuito permette il passaggio di onde di grande ampiezza e modulazioni relativamente molto piccole. Seguono altri circuiti, nei quali le modulazioni vengono rettificate, amplificate e corrette.

La costruzione dell'apparecchio non è nota ancora in tutti i suoi particolari; si sa però ch'esso è composto di 10 valvole e non è semplice. L' invenzione ha suscitato molte discussioni. Frattanto si è costituita una società con un capitale di quasi dieci milioni di dollari, per il suo sfruttamento.

IMPIEGO DELLE ONDE CORTE E ULTRACORTE. — La trasmissione di un maggior numero di modulazioni, e quindi di elementi ottici, diventa molto più facile impiegando le onde corte o quelle cortissime. Poichè, rispetto alla loro alta frequenza, la variazione relativa di frequenza causata dalle modulazioni, è minore. Inoltre, per queste frequenze, è più facile trovare liberi canali d'onde di sufficente ampiezza, per i quali la ricezione non viene disturbata da stazioni di lunghezza d'onda poco diversa. Infine sono minori anche le distorsioni causate da differente smorzamento delle modulazioni di diversa frequenza. Perciò la Tele

funken adottò, nelle sue trasmissioni fra Nauen e Geldow, le lunghezze d'onda di 70 e di 6 metri.

Ma le onde corte dànno luogo ad altri inconvenienti. Anzitutto si manifesta il fenomeno dell'eco, per cui i segnali si ripetono a breve distanza di tempo. Esso è dovuto al fatto che le onde corte possono giungere contemporaneamente all'apparecchio ricevente, dopo aver percorso vie diverse e di differente lunghezza, sia in seguito a riflessioni subite negli strati superiori dell'atmosfera, sia in seguito alla doppia propagazione possibile lungo la superfice della terra, cioè per la via più breve e per quella più lunga che congiunge le due stazioni. In tal caso si formano, accanto all'imagine principale, delle imagini secondarie, più deboli e leggermente spostate, come forme spettrali delle figure.

Altro inconveniente è quello che le onde corte si percepiscono, a piccole distanze, male e più debolmente che alle distanze maggiori; e la loro propagazione è soggetta a variazioni d'intensità durante le diverse ore del giorno. Infine, in maggior misura delle altre, sottostanno al fenomeno di evanescenza, dovuto, probabilmente, all'interferenza fra le varie onde riflesse; il che contribuisce pure a rendere confusa e sbiadita l'imagine.

La Telefunken riuscì, tuttavia, a ridurre gli effetti dell'eco delle imagini e quelli dell'evanescenza, costruendo le antenne in modo da escludre i segnali perturbatori e limitando, con schermi, la propagazione delle onde a determinate direzioni.

Alquanto differenti sono le caratteristiche delle onde cortissime. Queste non si risentono degli ordinari disturbi atmosferici e sono esenti da altri inconvenienti rilevati per le onde corte, ma vengono assorbite facilmente da ostacoli interposti, come caseggiati, e sono diffuse in modo da lasciare in ombra delle zone di piccola estensione. Giova pertanto usare antenne molto elevate anche per la ricezione.

In generale esse hanno proprietà simili a quelle della luce, per cui pareva non potessero giungere al di là dell'orizzonte visibile. Ma nuove esperienze, eseguite con le onde fra i 3 e gli 8 metri, hanno dimostrato che possono venir rifratte o diffratte in modo da superare ostacoli e giungere anche molto al di là dell'orizzonte visibile. Proprietà *quasi ottiche* manifestano in particolar modo le lunghezze minori.

La Victor Company della R. C. A., usando un'antenna trasmettente abbastanza elevata, riuscì a captare i segnali fino a 450 chilometri. Nella televisione si usano le lunghezze fra i 4 e i 7 metri e si ritiene che le trasmissioni possono esser ricevute praticamente fino ad una distanza di 30-40 chilometri.

Per raggiungere maggiori distanze si potrebbero costruire stazioni intermedie, a catena, collocate in posizioni elevate e destinate ad inviarsi l'una all'altra, per mezzo di onde unidirezionali, le trasmissioni. Queste, giunte a destinazione, sa-

rebbero irradiate da un'antenna a diffusione circolare. Oppure altri perfezionamenti della tecnica della trasmissione su filo faranno preferire questa a tale scopo, come avviene ora in certi casi per la radiofonia.

Il futuro della televisione. — Per realizzare la televisione possiamo imaginare due metodi essenzialmente diversi l'uno dall'altro: quello di trasmettere simultaneamente tutti gli elementi di cui le imagini sono composte, e quello di trasmettere gli stessi elementi l'uno dopo l'altro successivamente. Il primo riprodurrebbe più fedelmente il processo fisiologico della visione e farebbe risparmiare notevoli difficoltà che si devono superare nella trasmissione successiva degli elementi. Sistemi di questo genere sono stati anche ideati dagli studiosi della televisione, ma non hanno avuto una pratica attuazione. Se questa si dovesse trovare, certamente tutto l'orientamento attuale in questo campo di ricerche subirebbe una rivoluzione, e il futuro della televisione sarebbe diverso da quello che oggi si prospetta.

Attualmente invece gli studi sono rivolti al perfezionamento di quei sistemi che si propongono la trasmissione successiva degli elementi delle imagini. Lo sviluppo della televisione è in ragione dei progressi raggiunti nei vari procedimenti usati e nei diversi dispositivi ideati per questi sistemi. Dei quali non pochi sono in gara,

poichè le assidue ricerche degli inventori conducono a sempre nuovi e promettenti progressi.

Ma con qualunque sistema è premessa indispensabile per ottenere buoni risultati che le imagini sieno finemente scomposte e trasmesse con sufficente frequenza, il che implica la necessità di trasmettere centinaia di migliaia di impulsi di corrente al secondo, e quindi quella di ricorrere ad onde portanti di alta frequenza. E' perciò che le onde ultracorte sono quelle che sembrano destinate ad entrare definitivamente nell'uso della radiovisione : la loro modulazione, la trasmissione a distanza, la rivelazione e l'amplificazione uniforme di tutte le frequenze di modulazione trasmesse, sono i problemi principali di questo campo della radiovisione.

La questione poi che sarà più vivamente contesa è quella della prevalenza di un sistema sopra gli altri. Parecchi inventori dedicano oggi il più intenso lavoro, e spesso ingenti capitali, che enti e società mettono loro a disposizione, per portare ad un rapido progresso il proprio sistema, confidando di poter trionfare di ogni difficoltà. Gli uni tendono a perfezionare e semplificare sempre più i sistemi meccanici, sperando di vincere ogni ostacolo che l'inerzia sembra opporre, quasi limite fisso, al loro sviluppo. Altri invece continuano a studiare i sistemi privi di inerzia, nei quali vedono il germe di ogni futuro progresso.

Per quanto riguarda la finezza dell'esplorazione gli apparecchi dell'uno e dell'altro sistema

vanno perfezionandosi in tale maniera che non pare lontano il raggiungimento di quel limite che sarà superfluo superare, data la limitatezza di sensibilità del nostro organo visivo. Invece i problemi, di capitale importanza, che riguardano la luminosità delle imagini e il sincronismo dei movimenti, incontrano difficoltà diverse nelle due specie di sistemi.

In quelli meccanici la sorgente di luce presenta ancora varie possibilità di perfezionamenti, mentre il problema del sincronismo è alquanto più complesso che coi raggi catodici. Inoltre il tubo del Braun richiede un minimo impiego di energia. I sistemi senza inerzia dànno oggi le migliori speranze per la realizzazione del televisore più semplice, più economico e di maggiore efficenza.

Più facilmente avverrà il progresso della telecinematografia, destinata ad avere certamente una grande importanza, che quello della vera e propria radiovisione. Questa entrerà nella pratica probabilmente come prezioso sussidio e completamento della radiofonia. La parola senza la visione, come la visione senza la parola, non ci rappresentano efficacemente la viva realtà, e soltanto la simultanea riproduzione dell'una e dell'altra vale ad incatenare completamente la nostra attenzione. Perciò la cinematografia sonora soppiantò ben presto quella muta. Se oggi ascoltiamo la radiotrasmissione di una partita sportiva, di una commedia, di una conferenza, fatta con la sola

parola, quanto più viva ed interessante non ci riuscirebbe se fosse accompagnata dalla visione, anche se non ancora perfetta, di personaggi, di modelli e di illustrazioni.

Nè è necessario, per la trasmissione contemporanea del suono e della visione, far uso, specialmente con le onde ad alta frequenza, di due lunghezze d'onda diverse. Nella telefonia multipla su filo si è già affermato un sistema che permette la trasmissione di più fonogrammi ad un tempo e sulla stessa linea. Lungo il filo vengono inviate contemporaneamente correnti alternate di differenti frequenze, e a ciascuna di queste si sovrappongono le modulazioni di una trasmissione. Alla stazione ricevente si separano le singole frequenze, e con esse le modulazioni che trasportano e quindi i vari fonogrammi, per mezzo di appositi filtri, accordati su ciascuna frequenza.

Nel medesimo modo, per le trasmissioni multiple senza fili, si possono adottare frequenze intermedie, delle quali una sarebbe modulata con le correnti televisive, una seconda con quelle acustiche ed eventualmente una terza coi segnali del sincronismo. L'onda portante avrebbe le funzioni dell'unico filo della telefonia multipla. Al ricevitore le singole frequenze intermedie sarebbero separate per mezzo di altrettanti filtri e quindi rettificate. L'uso della frequenza intermedia è addirittura un vantaggio per le correnti televisive, perchè rende possibile una più uniforme ampli-

ficazione delle loro variazioni più lente, per cui si usa spesso, a tale scopo, anche nei sistemi semplici di trasmissione.

Non poche sono dunque le vie tracciate al futuro sviluppo della televisione e le prospettive di un definitivo successo pratico.

XIII

I progressi della televisione negli ultimi tre anni

La sorgente di luce del televisore. — Due sono i metodi per ottenere la luce variabile che occorre nel televisore per riprodurre le imagini: si può alimentare la lampada con gli impulsi di corrente delle imagini e far variare così direttamente la sua luminosità; si può far uso di una lampada ad intensità luminosa costante, e modulare la sua luce per mezzo di dispositivi speciali, come la cellula del Kerr.

I sistemi della prima specie, ai quali appartiene la lampada al neon, sono quelli che negli ultimi anni hanno avuto i più numerosi sviluppi. Si sono studiate le caratteristiche di vari gas, per migliorare la qualità e l'intensità della luce. L'argon, per esempio, dà una luce più chiara, ma più debole, e richiede una più alta tensione; l'elio dà una luce bianco-azzurra, ma anch'esso richiede potenziali più elevati. Un grande rendimento si ottiene coi vapori di sodio, che dànno una viva luce gialla, e con quelli di mercurio, che emettono una luce azzurra. Per compensare le diverse qualità si usano miscugli, p. e. di neon

ed elio, di neon ed argon oppure neon e mercurio, argon e mercurio, ecc.

La lampada con la quale si raggiunse la massima efficenza è quella a vapori di sodio, sviluppata in Germania e studiata anche dalla Società Safar di Milano. Il sodio è mescolato con piccole quantità di elio. Esso viene vaporizzato col riscaldamento, prodotto dalla corrente alternata in un'apposita resistenza, ed è mantenuto ad una temperatura costante di 180-200° C. Si usa la luce positiva del gas, cioè quella che proviene dall'anodo, per cui la luminosità non è concentrata intorno al catodo, ma diffusa in una massa di vapori che rimpie due bracci ripiegati dell'ampolla, i quali costituiscono il corpo luminoso. La lampada è chiusa in una cassetta rivestita di asbesto e coperta da una lastra pellucida, sulla cui superficie si diffonde uniformemente la luce. Il catodo viene riscaldato in modo da provocare una emissione elettronica, che ionizza i vapori. Fra i due elettrodi si applica una differenza di potenziali di 400 volta.

Infine, per assicurare un funzionamento più regolare della lampada, qualcuno usa sottoporla ancora all'azione di una debole corrente alternata, applicata per mezzo di un elettrodo esterno. Si riesce ad ottenere una luminosità che rappresenta l'80% della energia impiegata per l'accensione. Assai economica, questa lampada ha tuttavia un funzionamento piuttosto delicato e complesso.

Nei televisori a sorgente luminosa puntiforme sono molto usate, specialmente in America, le *lampade a cratere* (fig. 37a), nelle quali tutta la

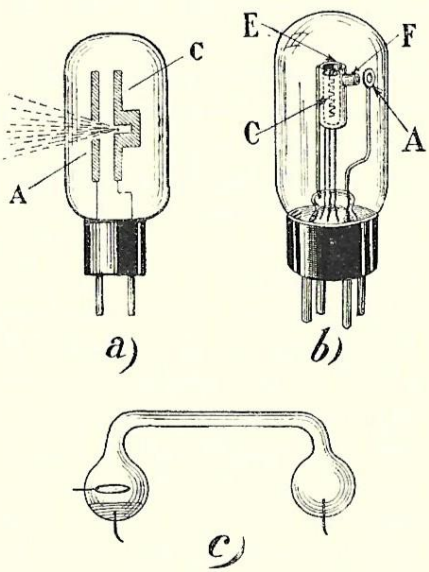


Fig. 37 - Lampade per televisori: *a*) a cratere; *b*) a supercratere; *c*) a colonna positiva di mercurio.

energia luminosa è concentrata in una piccola cavità, il cratere, che costituisce il catodo (C). Questo ha dunque la forma di un piccolo cilindro, le cui pareti esterne sono rivestite di una sostanza isolante; di fronte ad esso si trova un anello, che costituisce l'anodo (A). Tale forma del catodo favorisce la ionizzazione del gas localizzandone la

luminescenza; questa è massima vicino all'apertura anodica, da cui esce la luce.

Si costruiscono lampade a cratere di vari tipi. Esse richiedono in generale una tensione maggiore delle comuni lampade al neon, che va dai 350 ai 400 volta.

Di maggiore efficenza è la *lampada supercratere*. Il catodo (C, della fig. 37 b) viene riscaldato indirettamente, per mezzo di un filo attraversato da corrente, ed è ricoperto di uno strato di ossido di bario, che dà un'emissione elettronica molto abbondante. Esso è circondato da un cilindro (E), portato ad un potenziale più alto, che serve ad accelerare gli elettroni; questi sono lanciati, attraverso un piccolo cilindretto laterale (F), verso l'anodo (A). Il flusso elettronico, intensificato dall'elettrodo acceleratore, produce una luminosità vivissima e molto concentrata.

Infine, per i televisori che richiedono una sorgente luminosa a colonna, si usa anche la luce positiva prodotta in un sottile tubo di vetro contenente vapori di mercurio e argon, vapori di sodio, ecc. (Fig. 37 c).

Qualche perfezionamento si è raggiunto anche con la sorgente di luce a cellula del Kerr, del secondo sistema. In questa, coll'avvicinare di più l'una all'altra le due placche del condensatore, si riduce la tensione di funzionamento. Senonchè, oltre un certo limite, lo spazio diventa troppo scarso per la luce che deve passarvi. A questo inconveniente si rimedia formando il condensa-

tore di più paia di placche verticali. Così è costruita anche la cellula «a griglia» del Baird. La tensione richiesta comunemente è di 400 volta.

Il maggiore inconveniente di questi dispositivi è la grande perdita che subisce l'energia luminosa attraversando i numerosi mezzi ottici impiegati. Soltanto nella polarizzazione essa perde il 50% della sua intensità; poichè viene scomposta in due raggi, polarizzati perpendicolarmente l'uno all'altro, dei quali uno è del tutto eliminato. Perciò la Compagnia Marconi costruì un dispositivo, col quale il secondo raggio viene deviato e pure modulato ed aggiunto di nuovo al primo per riprodurre le imagini.

Un altro tentativo di rendere più efficiente e più pratico il dispositivo a cellula è quello dell'Okolicsanyi, della Società germanica Te-Ka-De, che sostituisce al nitrobenzolo un cristallo di blenda di zinco. Questo viene rivestito di due lamine metalliche, alle quali si applicano le tensioni. Il cristallo è di uso più pratico, più duraturo e più trasparente; esso ha in generale anche caratteristiche più favorevoli di funzionamento.

Sistemi meccanici di televisori. — Di pari passo col perfezionamento della fonte di luce procedette lo sviluppo dei dispositivi meccanici usati per riprodurre le imagini, così da poterle proiettare su uno schermo nella grandezza di 20-30 cm. e con maggior finezza di particolari e realizzare il televisore per famiglia. Confrontando tale svi-

luppo con quello della radiofonia si passava dalla ricezione individuale, in cuffia, a quella collettiva, in altoparlante.

Usando le lampade a luce puntiforme col disco di Nipkow, questo viene munito, al posto dei semplici fori, di altrettante lenti, del diametro di 1,5-2 cm. e della distanza focale di 4-5 cm. Ciascuna di queste lenti raccoglie tutta la luce di un cono che ha il vertice nel punto luminoso e per base la stessa lente, e lo concentra in un punto dello schermo. Per le trasmissioni americane si usano spesso dischi con 60 lenti e per una frequenza di 20 imagini al secondo.

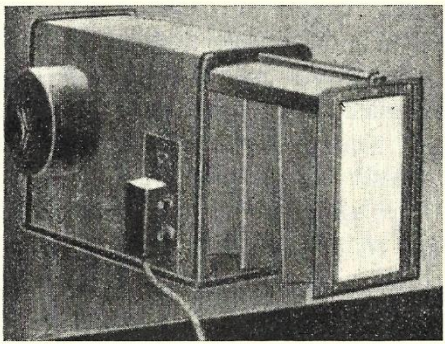


Fig. 38 - Televisore con ruota a specchi del Baird.

Sorprendenti sono stati i risultati ottenuti col disco a lenti a Chicago dal giovane inventore U. A. Sanabria. La caratteristica principale del suo sistema è che il disco, di 1,20 metri di diametro,

è provvisto di tre spirali di lenti, da 5 cm. di apertura, spostate l'una rispetto all'altra di 120° e disposte in modo che le striscie luminose descritte sullo schermo si sovrappongono parzial-

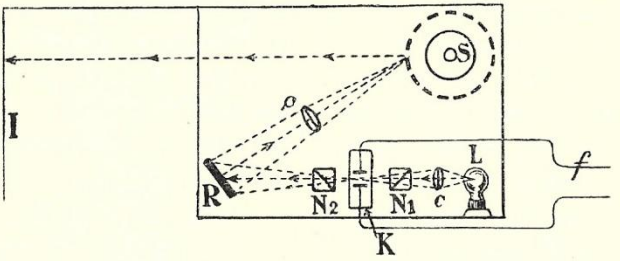


Fig. 39 - Schema del televisore del Baird.

mente, assicurando così meglio la continuità delle imagini. Egli usa una lampada puntiforme a gas incandescente, con catodo riscaldato e perciò molto sensibile, e riesce ad ottenere imagini molto chiare e stabili sopra uno schermo da metri 2 per 2.

Televisori per famiglia furono costruiti anche con la ruota del Weiller. La fig. 38 rappresenta un tale apparecchio messo in vendita dalla Società Baird e la fig. 39 dimostra schematicamente la disposizione interna delle sue parti. Come fonte di luce è usata una comune lampada ad incandescenza da 100 Watt (L). La luce di questa viene modulata dagli impulsi di corrente per mezzo di un dispositivo del Kerr con cellula «a griglia» (N_1 K N_2). La luce uscente dal secondo Nikol

viene riflessa da uno specchio (R) alla ruota a specchi (S) e da questa allo schermo (I). Con tale dispositivo le dimensioni della cassetta contenente l'apparecchio sono ridotte a cm. 45 di lunghezza, cm. 32,5 di altezza e cm. 20 di larghezza. Queste ultime sono anche le dimensioni del quadro. L'uso di un mantice permette di allungare la camera e portare lo schermo alla giusta distanza dalla ruota (fig. 38). Si ottengono così imagini in luce bianca e tanto luminose che si possono osservare anche in una stanza non oscurata. L'apparecchio è di facile maneggio e non costa che 3000 lire.

Un televisore simile è stato costruito anche dalla Fernsehgesellschaft di Berlino. La ruota ha un diametro di 16 cm. e non pesa più di 350 grammi. La lampada, del tipo supercratere, dà un'intensità luminosa 30 volte maggiore della solita lampada a gas incandescente. Le imagini ottenute sono di cm. 9 per 12.

Fra i sistemi meccanici, quello che ha avuto un maggior sviluppo negli ultimi anni, specialmente per opera della Società Te-Ka-De di Norimberga, è stato quello *a vite o spirale di specchi*. Si costruiscono televisori di questo tipo per imagini scomposte in 90 righe e 10.800 elementi. In tal caso la spirale è costituita di 90 lamine di un acciaio speciale, ben levigato, ciascuna delle quali ha una larghezza di 1-1,6 mm. Esse sono fissate intorno ad un asse in modo da costituire una spirale: ciascuna è spostata di 1/90 di giro rispetto alla precedente (fig. 40). Un motore,

visibile nella parte inferiore della figura, imprime alla spirale una rotazione di 25 giri al secondo.

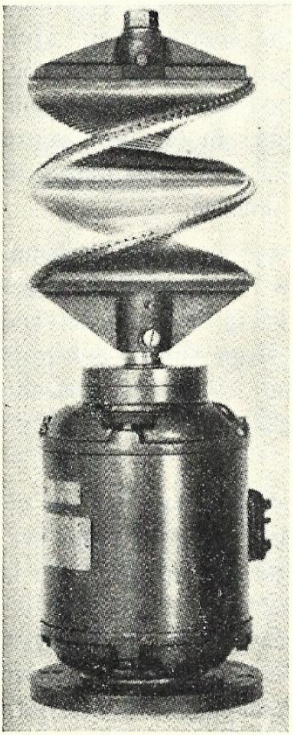


Fig. 40
La spirale di specchi

La sorgente di luce deve avere la forma di una striscia sottile verticale, collocata ad opportuna distanza dalla spirale. La luce che essa invia alle lamine viene riflessa da queste direttamente all'occhio dell'osservatore. Se la spirale è ferma, giunge a questo la luce riflessa da una sola lamina, ed egli vede un punto luminoso, o meglio un piccolo quadratino. Se la spirale è in rotazione, durante 1/90 di giro gli giunge la luce riflessa dalla stessa lamina, ed egli vede una striscia luminosa; continuando la rotazione egli vede delle striscio luminose parallele e attigue alla prima, generate dalla luce riflessa dalle successive lamine. Durante un intero giro apparisce tutto il quadro, descritto per mezzo di 90 righe.

Quale fonte di luce può servire una lampada a luminescenza superficiale, se le si colloca dinanzi una lente cilindrica, che concentri la luce in modo da produrre la striscia luminosa. Altrimenti si fa uso di lampade apposite (fig. 37c), provviste di un tubo sottile, entro il quale le correnti della trasmissione producono la luminosità variabile di vapori o di gas: in tal caso, senza usare la lente, si maschera la luce per mezzo di un diaframma a fenditura lineare.

Non pochi sono i vantaggi di questo sistema. La leggerezza della spirale rende facile la regolazione del sincronismo. L'ing. Brami, nel suo apparecchio, «visiola», impiega spirali del peso di alcune dozzine di grammi. Queste si possono cambiare facilmente per passare da uno ad un altro formato.

Ma una modificazione del formato si può ottenere anche con la stessa spirale, facendo variare semplicemente la distanza fra questa e la lampada. Aumentando opportunamente questa distanza è anche possibile ricevere, con una spirale da 90 specchi, una trasmissione di doppio numero di righe, se pure non sarà di uguale finezza: in tal caso ogni specchio serve alla riproduzione di due righe attigue. Ma tali spostamenti della lampada risultano convenienti soltanto entro determinati limiti.

Altro vantaggio del dispositivo è la precisione con la quale le successive righe del quadro si

schierano l'una vicina all'altra, senza possibilità di sovrapposizioni o lacune.

Alla praticità e semplicità del sistema si accompagna una grande efficenza. Imagini molto chiare possono essere osservate da parecchi spettatori ad un tempo, collocati a qualche metro di distanza intorno all'apparecchio, entro un angolo di 120°; a ciascuno di essi la spirale riflette una diversa imagine.

TELEVISORI A RAGGI CATODICI. — Le ricerche sui ricevitori a raggi catodici sono state continuate col massimo fervore da parte di numerosi inventori ed hanno fatto un lungo cammino sulla via del progresso. Nel tubo del Braun si fa muovere, senza il concorso di masse, un pennello di raggi elettronici, che produce sopra uno schermo punti di luminosità variabile, disegnandovi le imagini.

Le due operazioni essenziali al suo funzionamento sono quelle che producono il moto alternato del fascio elettronico e la modulazione dello stesso, che deve rendere con fedeltà i chiaroscuri delle imagini. Per ottenere il moto del fascio si usano comunemente due condensatori, l'uno a lamine orizzontali, l'altro a lamine verticali, percorsi da cariche oscillatorie, che determinano rispettivamente la frequenza delle righe e quella delle imagini (fig. 32 a pag. 145).

Per produrre tali cariche oscillatorie si usano oggi generatori di frequenza *a trabocco*, detti an-

che *a rilassamento* (fig. 41). Questi sono formati di un circuito contenente una batteria (B), una resistenza (R), un condensatore (C) e, in serie con questo, una lampada a gas incandescente, al neon, di un determinato potenziale di accensione (N). La batteria carica a poco a poco il condensatore e fa aumentare contemporaneamente il potenziale della lampada finchè questa giunge all'accensione; in questo momento il condensatore si scarica, di

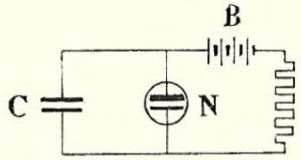


Fig. 41 - Circuito per le oscillazioni a trabocco.

scatto, attraverso la lampada, ossia avviene il trabocco dell'elettricità. La lampada cioè funziona da interruttore e lascia passare corrente finchè il potenziale scende al limite al quale essa si spegne. Si può far variare facilmente la frequenza delle scariche cambiando la resistenza del circuito e la capacità del condensatore. Essa dipende inoltre dalla tensione della batteria e da quella di accensione e di spegnimento della lampada.

Mettendo in comunicazione un tale generatore di frequenza col condensatore orizzontale del tubo di Braun, durante le cariche, come va aumentando il potenziale del condensatore, il fascio elettronico descrive sullo schermo una riga ver-

ticale; al momento della scarica esso ritorna quasi istantaneamente all'inizio della riga. Un secondo generatore di frequenza, regolato sui 25 periodi, produce il movimento orizzontale del fascio elettronico, determinando la frequenza delle imagini.

Le oscillazioni di questi generatori di frequenza si regolano facilmente coi segnali del sincronismo, poichè bastano deboli impulsi di corrente per provocare lo scatto della scarica nel momento preciso in cui si inizia l'esplorazione di una riga o di un'imagine. Inoltre i circuiti delle due frequenze si possono allacciare fra loro in modo che un dato numero di oscillazioni dell'uno provochi una scarica dell'altro, così da ricavare da una sola frequenza trasmessa all'apparecchio, per esempio quella delle righe, anche l'altra, quella delle imagini.

Un altro vantaggio che questi sistemi presentano su quelli meccanici è la facilità con la quale si può passare dalla ricezione di una trasmissione a quella di un'altra fatta con caratteristiche diverse: a tale fine basta far variare la resistenza e la capacità dei circuiti a trabocco, mentre nei sistemi meccanici sono necessari cambiamenti ben più radicali del televisore.

Un problema che presentava non lievi difficoltà era quello di ottenere una modulazione fedele del fascio elettronico, senza che tale azione si riflettesse sul moto dello stesso causando distorsioni delle imagini. Per effettuare la modula-

ticale; al momento della scarica esso ritorna quasi istantaneamente all'inizio della riga. Un secondo generatore di frequenza, regolato sui 25 periodi, produce il movimento orizzontale del fascio elettronico, determinando la frequenza delle imagini.

Le oscillazioni di questi generatori di frequenza si regolano facilmente coi segnali del sincronismo, poichè bastano deboli impulsi di corrente per provocare lo scatto della scarica nel momento preciso in cui si inizia l'esplorazione di una riga o di un'imagine. Inoltre i circuiti delle due frequenze si possono allacciare fra loro in modo che un dato numero di oscillazioni dell'uno provochi una scarica dell'altro, così da ricavare da una sola frequenza trasmessa all'apparecchio, per esempio quella delle righe, anche l'altra, quella delle imagini.

Un altro vantaggio che questi sistemi presentano su quelli meccanici è la facilità con la quale si può passare dalla ricezione di una trasmissione a quella di un'altra fatta con caratteristiche diverse: a tale fine basta far variare la resistenza e la capacità dei circuiti a trabocco, mentre nei sistemi meccanici sono necessari cambiamenti ben più radicali del televisore.

Un problema che presentava non lievi difficoltà era quello di ottenere una modulazione fedele del fascio elettronico, senza che tale azione si riflettesse sul moto dello stesso causando distorsioni delle imagini. Per effettuare la modula-

zitutto dal deterioramento del catodo, colpito continuamente dagli ioni positivi del gas lanciati contro di esso. La Fernsehgesellschaft ritorna perciò al tubo ad alto vuoto, riducendo così il numero degli ioni. La tensione anodica richiesta non supera tuttavia i 2000 volta, e quella di modulazione si aggira fra i 20 e 30.

L'Ardenne è giunto alla costruzione di tubi nei quali il catodo è costituito dal deposito di un ossido metallico, collocato in una cavità, e viene riscaldato indirettamente, cioè per mezzo di un filamento isolato, che viene percorso dalla comune corrente alternata. I vantaggi di questo sistema sono: una più abbondante emissione elettronica, un più regolare percorso dei raggi, un più sicuro funzionamento e una maggior durata del tubo. Con una sufficiente quantità di ossido questa può superare le 1000 ore.

Lo stesso Ardenne, nel suo ultimo modello, per accrescere la luminosità delle imagini ha adottato uno schermo obliquo nell'interno del tubo, in modo che le imagini vengono osservate sulla faccia colpita direttamente dai raggi. In tal modo può ingrandire le imagini proiettandole sopra uno schermo di 1/4 di mq. di superficie. Ma deve far uso di speciali dispositivi, per correggere deformazioni dovute alla posizione dello schermo rispetto ai raggi.

Infine anche la perfezione raggiunta nella costruzione del tubo, e specialmente nell'esatto mon-

taggio dei vari elettrodi, costituiscono ragioni importanti di progresso.

Le fig. 42 e 43 rappresentano uno degli ultimi televisori a raggi catodici costruiti dalla Società Telefunken. Il mobile contiene insieme il ricevitore per le onde ultracorte. L'alimentazione di

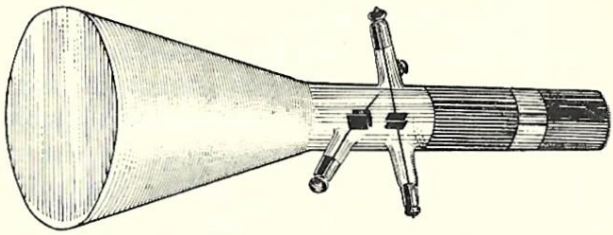


Fig. 42 - Tubo di Braun per la televisione.

questo è fatta completamente dalla rete. Si ricevono imagini scomposte in 90 righe con la frequenza di 25 al secondo; in corto circuito anche con 180 righe, corrispondenti a 40.000 elementi. La grandezza del quadro è di cm. 18 per 13. Con tubi del diametro di 30 cm. si ottengono anche imagini da cm. 18 per 15.

Le imagini compariscono in una viva luce giallo chiara, molto vicina al bianco. Il consumo dell'energia è dell'ordine di 0,1 watt, laddove una lampada al sodio richiede 10 watt. Con questi sistemi, in cui oggi sono riposte le migliori speranze, si confida di poter raggiungere le tre

qualità essenziali del televisore, dalle quali dipende la diffusione della televisione: grande efficenza, facile maneggio e basso prezzo.

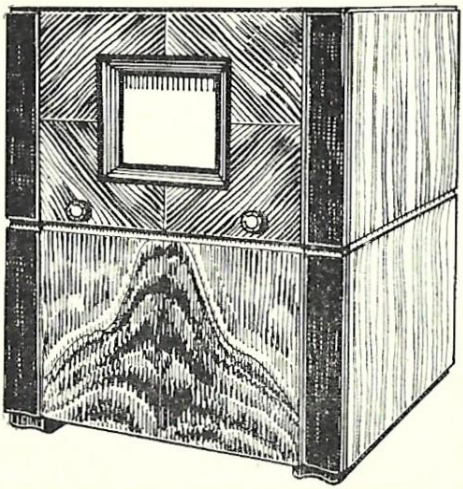


Fig. 43 - Televisore della Società Telefunken.

I TRASMETTITORI. — Il dispositivo più usato nella trasmissione, sia di scene che di pellicole, è tuttora quello a disco di Nipkow. Le fig. 44 e 45 rappresentano un impianto completo della Società Safar di Milano per la trasmissione di una scena. Nella prima si vede l'apparecchio usato per la esplorazione. Esso consiste di una lampada autoregolatrice ad arco, di un motore e di un disco di duralluminio provvisto di 60 fori, chiusi in tre

camere, di cui quella anteriore ha tre aperture per la ventilazione. Il fascio luminoso viene deviato, per mezzo di due specchi, verso la regione periferica, percorsa dai fori del disco, dai quali esce

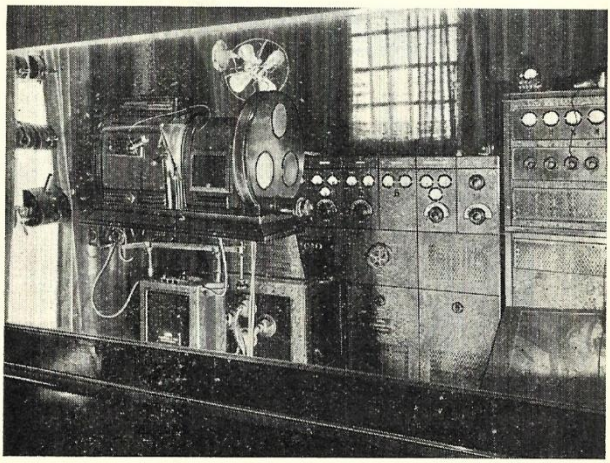


Fig. 44 - Trasmettitore della Società Safar.

per attraversare un obiettivo ed esplorare la scena. Questa è così scomposta in 5.400 elementi e viene trasmessa 24 volte al secondo. Nello stesso locale si trovano ancora l'amplificatore delle correnti fotoelettriche e il trasmettitore radio ad onde ultracorte.

La fig. 45 rappresenta lo studio di posa, attiguo al locale del trasmettitore e comunicante con questo attraverso aperture che si vedono sulla

parete di fondo. Il pennello di luce entra per una di queste nello studio, illumina nei vari punti successivamente la scena e da questi è riflesso ad una

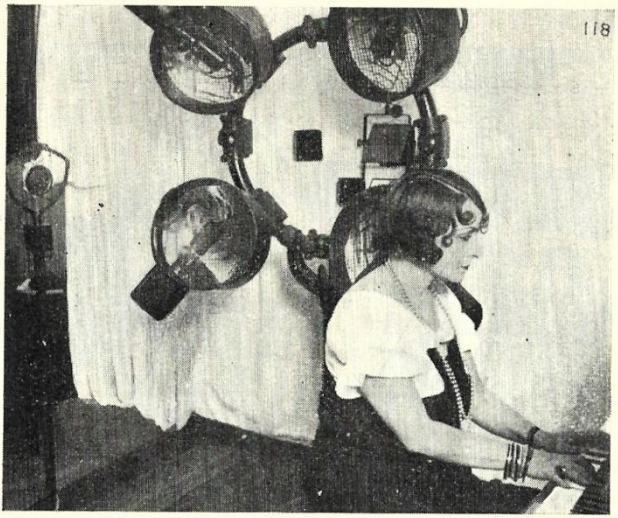


Fig. 45 - Studio di posa con batteria di cellule fotoelettriche.

batteria di quattro cellule fotoelettriche collocata dirimpetto ad essa. Le cellule sono poste nei fuochi di specchi concavi fissati ad un grande anello. Questi, raccogliendo la luce riflessa, la rimandano e la concentrano sulle cellule, dalle quali sarà trasformata in impulsi di corrente. Per ottenere una buona sensibilità ai diversi colori le cellule della batteria sono alternativamente al cesio e al potassio.

Accanto ad ogni specchio, in una scatola cilindrica, è collocato un preamplificatore, azionato da una pila a secco. Con tale vicinanza alla cellula si evita ogni deformazione delle deboli cor-

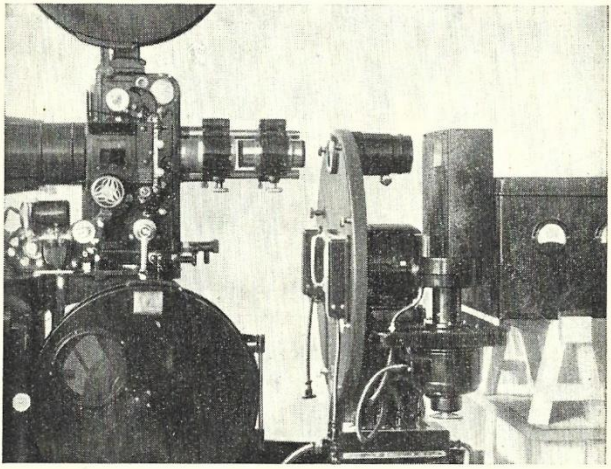


Fig. 46 - Telecinematografo Safar.

renti non ancora amplificate. Con questo dispositivo la Safar ha raggiunto un'apertura fotoelettrica molto grande, una notevole profondità di esplorazione della scena e ottima sensibilità.

La Fernsehgesellschaft ha effettuato l'esplorazione di scene con dispositivo a disco con 90 righe. I 90 fori del disco sono disposti in due spirali, delle quali una alternativamente viene mascherata per mezzo di un disco cieco mosso dallo stesso motore.

Più notevoli sono i progressi raggiunti nella trasmissione di pellicole. Il trasmettitore cinematografico della fig. 46, costruito pure dalla Società Safar, è un apparecchio che trasmette 25 imagini al secondo, scomponendole in 180 righe e 43.000 elementi. A sinistra della figura si deve imaginare l'apparecchio di illuminazione. La pellicola scorre di moto continuo fra i due rulli, parzialmente visibili, dinanzi al condensatore della luce. L'imagine viene proiettata, per mezzo di due lenti, sul disco di Nipkow, rinchiuso in una custodia. Da questo, attraverso un obiettivo raccoglitore, la luce giunge ad una cassetta contenente la cellula fotoelettrica. Nella figura è visibile ancora il preamplificatore delle correnti. Il disco ha soltanto 90 fori, disposti in circolo, e fa 50 giri al secondo; esso fa cioè due giri per esplorare la figura una volta.

Per la produzione dei segnali di sincronismo il disco ha delle fenditure, attraverso le quali giungono intensi raggi di luce a due cellule: all'una per generare gli impulsi di riga, all'altra per quelli delle imagini. Nella figura, accanto al disco, si vedono le custodie dei due apparecchi. In Germania si progetta la costruzione di trasmettitori cinematografici per 240 e 360 righe.

Anche gli studi sui trasmettitori a raggi catodici furono continuati con successo da alcuni inventori. Lo Zworykin, oltre a perfezionare il suo ricevitore a raggi catodici, il *cinescopio,* raggiunse

un progresso notevole col suo trasmettitore da lui chiamato *iconoscopio*. Questo è fondato sui principi già svolti al cap. X. Nel nuovo apparecchio il quadro (fig. 33) ha le dimensioni di cm. 10 per 10 ed è formato di una sottilissima lamina di mica, cosparsa sull'una faccia di minutissime gocce di willemite, costituenti, in numero di circa tre milioni, altrettante cellule fotoelettriche; sull'altra faccia è steso un foglio di argento. Si ha così un condensatore, le cui armature sono inserite nel circuito della prima valvola. Sulla faccia contenente le cellule vengono proiettate le immagini; la faccia opposta è esplorata contemporaneamente dal fascio elettronico mobile. In seguito alla differente illuminazione delle varie cellule il condensatore si carica diversamente nei vari punti, e mantiene le cariche, quasi una «memoria» degli eccitamenti subiti, finchè il fascio elettronico, agendo come un interruttore mobile a spazzola, scarica una dopo l'altra le cellule, producendo così gl'impulsi variabili di corrente nel circuito della valvola. L'imagine, secondo lo Zworykin, viene scomposta in 250 righe e un milione di elementi, ed è esplorata 24 volte al secondo. Perciò la trasmissione riesce assai ricca di particolari.

Un sistema di televisione, fondato sopra un principio di esplorazione tutto diverso, è quello *a modulazione di linea* o, come si potrebbe chiamare, *a variazione di velocità*, ch'è stato studiato in Germania dal Thun e realizzato, per mezzo del tubo a raggi catodici, dall'Ardenne. Per far variare la

luminosità dei punti costituenti l'imagine, anzichè cambiare l'intensità del pennello dei raggi catodici, si fa variare la velocità con la quale il fascio elettronico, d'intensità costante, si sposta: come esso si sofferma più o meno a lungo nei diversi punti del quadro, vi genera una più o meno intensa illuminazione, riproducendo i chiaroscuri delle imagini.

In questo sistema il tubo a raggi catodici deve essere usato in ambedue le stazioni. Tanto nel trasmettitore quanto nel ricevitore si inviano le correnti variabili della cellula fotoelettrica ai circuiti a trabocco, che forniscono le tensioni ai condensatori usati nel tubo per produrre il movimento del fascio elettronico. Esse fanno variare queste tensioni secondo la luminosità dei punti esplorati e così modificano nello stesso modo la velocità del fascio.

Un tale sistema si distingue per la semplicità con la quale si ottiene il sincronismo e per la luminosità delle imagini. Ma l'inerzia della luce di fluorescenza costituisce un punto debole del trasmettitore in quanto rende difficile una distinta esplorazione delle imagini. D'altra parte la impossibilità di usare televisori di altri sistemi per la ricezione costituisce pure una difficoltà per l'introduzione dei trasmettitori nella pratica.

IL SINCRONISMO. — Il problema del sincronismo, mentre trova una facile soluzione nei sistemi a raggi catodici, in quelli meccanici presenta

varie difficoltà. Per brevi distanze si ricorre ancora alla inserzione dei motori nella medesima rete della corrente alternata, ma anche questo sistema non è privo di inconvenienti causa le variazioni che può subire nei diversi punti la tensione della rete.

Prevale sempre più il sistema della trasmissione di segnali appositi di sincronismo, incanalati nella stessa onda portante delle correnti televisive, sistema che ha avuto la sua prima realizzazione in Italia, per opera dell'ing. Arturo Castellani, nei primi esperimenti pubblici di televisione eseguiti nel 1930 a Milano.

Per ovviare ai rilevati inconvenienti del sistema dipendente di regolazione del sincronismo, si è introdotto un sistema intermedio, cioè in parte indipendente, nel quale i segnali trasmessi non sono inviati alle elettrocalamite della ruota dentata, ma servono soltanto a provocare lo scatto di un circuito a trabocco con lampada a luminescenza (pag. 204). Nel sistema del francese Barthélemy una valvola termoelettronica, che funziona da oscillatrice, produce la frequenza richiesta per le elettrocalamite della ruota a denti; il circuito a trabocco comunica con la griglia di questa valvola. In tal modo le correnti oscillatorie che alimentano le elettrocalamite sono sempre della stessa potenza, e l'azione dei segnali in arrivo è limitata a quella di provocare gli scatti nel circuito a trabocco, i quali regolano quelle oscillazioni.

Ma per ottenere le oscillazioni della valvola, il Barthélemy non usa il solito accoppiamento fra circuiti di placca e di griglia. Quest'ultimo è accoppiato induttivamente con un altro circuito, di cui fanno parte gli avvolgimenti di due apposite calamite affacciate ai denti della ruota. Al passaggio dei denti dinanzi alle calamite, si producono, negli avvolgimenti di queste, le correnti indotte che, agendo sul circuito di griglia, provocano le oscillazioni della valvola.

Nel sistema Barthélemy viene trasmessa, con intensi impulsi di corrente, soltanto la frequenza delle imagini, che è di 16 al secondo. In questo modo è regolata automaticamente anche la messa in fase del quadro.

SISTEMI A PELLICOLA INTERMEDIA. — Parecchi sistemi furono ideati e sperimentati per realizzare la ricezione su grandi schermi, per un pubblico più numeroso di spettatori (cfr. cap. IX), ma nessuno si dimostrò di pratica attuazione. Negli ultimi tempi si è trovata in Germania una soluzione indiretta di tale problema: i segnali della visione non sono già usati per riprodurre direttamente le imagini sopra lo schermo, ma per disegnarle anzitutto sopra una comune pellicola cinematografica, che si proietta poi immediatamente e nella grandezza desiderata sullo schermo. Per i vari procedimenti che occorrono per lo sviluppo e il fissaggio della pellicola si sono trovati metodi tanto rapidi che

questa, dopo soli 35 secondi dalla ricezione dei segnali, è pronta per la proiezione.

La fig. 47 dimostra lo schema dei dispositivi usati a tale scopo dalla Fernsehgesellschaft. La

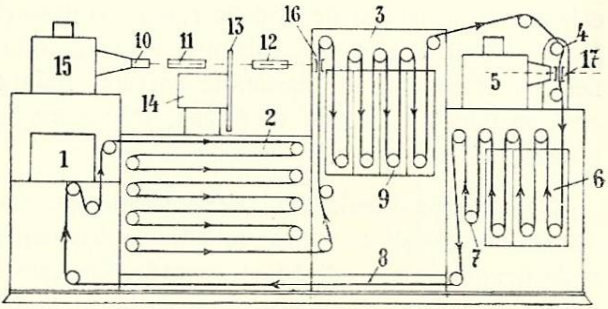


Fig. 47 - Schema della ricezione televisiva a pellicola intermedia.

luce di una lampada ad arco (15) viene modulata coi segnali della televisione a mezzo della cellula del Kerr (10). Proiettata quindi da un sistema di lenti (11) sul disco di Nipkow (13), che un motore (14) mantiene in rotazione, viene concentrata da un altro sistema ottico (12) sulla pellicola sensibile (16). Questa scorre, di moto continuo, dinanzi al pennello mobile di luce, mentre il disco, provvisto di 60 fori disposti a circolo, fa 50 giri al secondo; sicchè l'imagine viene disegnata sulla pellicola con 120 righe e 25 volte al secondo.

La pellicola attraversa quindi una camera (3), dove viene sviluppata e fissata in 35 secondi; dopo di che, senza esser neppure asciugata, è proiettata

dall'apparecchio cinematografico (5). Ma la pellicola si rinnova continuamente, cosicchè basta un nastro di 70 metri per ricevere una trasmissione di qualunque durata. Essa cioè passa tosto in un'altra camera (6), dove viene lavata e liberata dallo strato sensibile, poi in un cilindro (8), dove viene asciugata, e quindi in una camera (1), dove viene cosparsa di un nuovo strato di emulsione sensibile. Infine è di nuovo asciugata (2), dopo di che ricomincia il suo ciclo. Si possono ricevere anche imagini scomposte in 180 righe, corrispondenti a 40 000 elementi.

Lo stesso sistema a pellicola intermedia ha fornito una soluzione ad un altro problema, che ha già molto affaticato le menti degli inventori: quello della trasmissione di una scena dal vero e in luce naturale. Fra i tentativi fatti negli ultimi tempi per risolverlo merita menzione l'esperimento del Baird, il quale, nel giugno del 1932, riuscì a trasmettere le varie fasi di un derby da Epsom al suo laboratorio e da questo al teatro Victoria di Londra, gremito di 2.500 spettatori, a 24 chilometri di distanza dal luogo delle corse. Per questa trasmissione usò una ruota a specchi, con la quale la scena veniva trasmessa in tre zone contemporaneamente, per mezzo di differenti fili o canali d'onda.

Col sistema a pellicola si fa semplicemente un'assunzione cinematografica della scena; con un processo ancor più sbrigativo di quello descritto si sviluppa la pellicola in soli 20 secondi, quindi

la si trasmette coll'apparecchio telecinematografico. Così, con un ritardo minore di un minuto, un avvenimento, una cerimonia, uno spettacolo possono esser visti in proiezione sopra uno schermo di un teatro lontano.

Trattandosi della trasmissione contemporanea del suono, per avere la contemporaneità nella ricezione, si potrebbe farne un'assunzione sulla stessa pellicola e riprodurre questa con eguale ritardo.

ORIENTAMENTI E PROSPETTIVE ATTUALI DELLA TELEVISIONE. — Dei progressi finora raggiunti nel campo della televisione si sono avute delle chiare manifestazioni nelle ultime esposizioni di Berlino, Londra e Milano. E' aumentata considerevolmente la finezza dell'esplorazione, che ha raggiunto le 90 righe per la trasmissione di scene, le 180 righe per la trasmissione di pellicole, superando i 40 000 elementi. Trasmettendo 25 imagini al secondo si giunge così a frequenze di modulazione di mezzo milione di cicli. Ma con tali frequenze non si sono fatte finora che trasmissioni in corto circuito.

Per la radiotrasmissione esse rendono necessario l'uso delle onde ultracorte: già con l'onda di 7 metri la frequenza di mezzo milione non deve essere superata per una buona trasmissione. Da qui sorgono i nuovi problemi: ottenere che dall'antenna venga irradiata una sufficente quantità di energia; studiare la modulazione del trasmettitore con frequenze elevate e assicurare un'uni-

forme amplificazione della ampia banda delle modulazioni. A quest'ultimo scopo è opportuna la introduzione di una frequenza intermedia. Con l'uso delle frequenze intermedie si pensa poi di effettuare con una sola lunghezza d'onda una trasmissione multipla del suono e della visione o della visione stessa con più canali.

Alcuni di tali problemi si presentano anche nella costruzione del radioricevitore, per il quale si ricorre a sistemi a supereterodina con amplificatori aperiodici dell'onda intermedia.

In seguito ai progressi raggiunti sta per essere abolita l'antica trasmettente di Londra ad onda media, per l'esplorazione delle imagini con 30 righe e 12½ volte al secondo, mentre si iniziano le trasmissioni sperimentali sull'onda ultracorta con diversi sistemi e si progetta l'impianto di altre stazioni per la trasmissione di scene e pellicole sonore. Ma, poichè queste hanno una limitata portata, alcuni vorrebbero mantenuta ancora la trasmettente ad onda media.

Negli Stati Uniti vi è una trentina di stazioni in funzione, delle quali circa la metà ad onda ultracorta e le altre ad onda corta. Si fanno studi per l'applicazione della radiovisione sulle navi da guerra.

La Germania ha attualmente in funzione due trasmettenti di televisione, l'una a Berlino, ad onda ultracorta, di metri 6,985, l'altra a Königswusterhausen ad onda lunga, di metri 1635.

In Italia, dal giugno 1932, ha funzionato per qualche tempo a Roma una stazione di televisione, che trasmetteva su 80 metri. Il trasmettitore, a disco forato, esplorava le imagini con 60 righe e 20 volte al secondo. L'Eiar sta compiendo oggi degli studi con una stazione installata a Torino, che trasmette con l'onda ultracorta di metri 6,30. La esplorazione è fatta con 60 righe orizzontali 25 volte al secondo. Si studia pure la trasmissione di pellicole con 180 righe e la ricezione di queste con tubo a raggi catodici. E' progettata poi la costruzione di stazioni per la trasmissione regolare della televisione.

A Parigi si sono fatte trasmissioni sperimentali su onda media dalla stazione P. T. T. dal Defrance e dal Barthélemy ed è imminente l'inaugurazione di una stazione per trasmissioni regolari. In Russia sono sorte due stazioni trasmettenti. In altri paesi si vanno istituendo laboratori per le ricerche.

In questi paesi vi sono società industriali ormai preparate per mettere in commercio i televisori per il pubblico non appena si effettuino le trasmissioni regolari. In Italia ha istituito da tempo un laboratorio di ricerche di televisione la Società Safar. Alla V Mostra radiotecnica di Milano questa società e l'Eiar presentavano in funzione apparecchi per la trasmissione di scene e pellicole e modelli di tutti i principali sistemi. Un particolare interesse suscitò la trasmissione di una pellicola sonora, fatta dall'Eiar, con apparecchio esplora-

tore a disco per 90 righe, che veniva ricevuta con un televisore a spirale di specchi. Il quadro aveva le dimensioni di cm. 18 per 13 e le imagini vi comparivano ricche di particolari e tanto chiare da poter essere osservate in un ambiente discretamente illuminato da parecchie persone.

Frattanto si vanno discutendo i programmi coi quali iniziare le trasmissioni per il pubblico. Più facilmente e meglio riuscirebbe la trasmissione di pellicole sonore. Ma d'altra parte si fa valere l'idea di fare della televisione, in un primo tempo, un'ancella della radiofonia: di accompagnare regolarmente ad alcune delle trasmissioni radiofoniche quelle televisive, come un complemento, non ancora indispensabile, delle prime.

Per la trasmissione di avvenimenti del giorno e spettacoli si pensa all'uso del sistema a pellicola. Per questo si deve studiare ancora il problema della trasmissione dal luogo dell'assunzione al trasmettitore. Si effettuerà su filo o sopra un'onda diversa da quella del trasmettitore.

In conclusione i progressi realizzati negli ultimi anni hanno accresciuto notevolmente le prospettive della televisione per la sua introduzione nella pratica.

INDICE

PER ARGOMENTI E PER AUTORI

A

accoppiamenti capacitativi e induttivi 31, 182
Alexanderson 134-136, 172, 180
alta frequenza 38, 40
amplificazione delle correnti 29-32, 39, 175, 182, 189
antenna 20, 40, 186, 187
anodica-batteria 28
Ardenne 150, 151, 152, 206-207, 214
arresto e partenza - sistema di sincronismo ad - 47, 48
atomi 13-14
auto-induzione 16
Ayrton 80

B

Bain 6
Baird 84-87, 89, 93-94, 99, 100, 102, 107, 123, 137, 158-160, 163-166, 199, 219
Baker 149
Bakewell 6
Baldwin 73
bande di modulazione 181--184
Banneitz 104
Banfi 178
Barthélemy 217, 222
Bartholomew 9
Bartlane - processo 9
bassa frequenza 38, 40
bastoncelli e conetti 71, 72
batteria anodica 28
— di cellule fotoelettriche 212
Belin 42, 44, 49, 59 60, 68, 150, 176-177
Bell 73
Brami 202
Braun 144, 148-149, 153
Brillouin 83, 177

C

campo magnetico 15
canali d'onde 183-185
capacità elettrica 34, 37
Carey 71, 72, 73
Caselli 6, 44, 45
Castellani 216
cellalula al selenio 51-52, 73-74
cellula del Kerr 63, 193, 196, 218
— alenda di zinco 197
— a griglia 197, 199
— sistema Karolus 60, 63--65, 122, 135
— sistema Marconi 197

cellula fotoelettrica 52-55, 62, 91-93, 159-160, 211
chilocicli 19
cicli 19
cinematografia 10
— sonora 55, 170, 171
cinematografo a dischi 169
cinescopio 150-151, 213
circuiti accordati o sintonizzati 36-37
— filtro 37, 99, 111
circuito oscillante 20, 39, 40
— rivelatore 40
Clarkson 150, 157
Codelli 178
commutatore a tamburo 74, 131-132
condensatore elettrico 31, 33
corrente elettrica 15
correnti indotte 16

D

Dauvillier 150, 172, 177
Defrance 222
De Paiva 73
diapason sincronizzatore 116-120
dischi visografici 168-169
disco di Nipkow 76-79, 89-90, 108, 111, 143
— a lenti 198
— per la telecinematografia 124
— per la televisione a colori 159-160, 164
— per la televisione stereoscopica 163, 164
durata dell'oscillazione 34-35
Dussaud 83

E

eco 24
— delle imagini 186
Edison 26
Eldridge-Green 71
elementi della materia 13
elettricità - teorie moderne 13
elettroni 14-15
Ellero 7
ellerogramma 8
esplorazione delle imagini 43, 56, 60, 190, 220
— coi raggi catodici 156
— delle pellicole 123-124, 220
— sistema a specchi oscillanti 112, 143
— sistema Baird 89-91
— sistema Belin 176-177
— sistema Brillouin 177
— sistema Codelli 178-179
— sistema della vite a specchi 114
— sistema Jenkins 138
— sistema Nipkow 76-79, 143
— sistema Weiller 113-114, 143
esposizioni di televisione 105-106, 220, 222
eterodina 185
evanescenza 175, 186

F

faiding 175
Faraday 80
Farlane 9
filamento 27
filtri elettrici 37, 99, 111, 151, 179, 191
— per la luce 158-162
Fleming 184
fluorescenza 145-146, 148--149
fonovisografo 169-171
Forest 26
fotografia e televisione 71, 158-159
fototelegrafia 6, 42, 67-68
— sistema Belin 59, 68
— sistema Karolus-Telefunken 59-67
— sistema Korn 51, 52, 57-59, 68
Fournier 72
frequenza alta bassa 38, 40
— d lle modulazioni 122, 180-181, 220-221
— delle radiazioni elettriche 17, 36
— delle oscillazioni elettriche 34-36
frequenze intermedie 191, 221
fultografo 55-56
Fulton 56

G

gamma delle radiazioni 18
galvanometro a corda 57-59
grammofono radioelettrico 168
griglia 27-28
Guerra 178

H

Heaviside 23
Hertz 19
Hollweck 150, 176

K

Karolus 42, 59 68, 84, 108, 114, 122, 144
Kennely-Heaviside 23
Kerr 63
Korn 42, 47, 51, 52, 57, 60, 68, 75

I

iconoscopio 214
impianti di ricezione 40-41, 65-67
— di trasmissione 39-40, 60-63
induttanza 34, 36-37

inerzia degli apparecchi di televisione 76, 82, 143-144, 149, 189-190
— degli elettroni 16
interferenza delle radioonde 24
ioni 15
ionizzazione dell'aria 23
isocronismo 47, 98
italografo 47
Ives 127, 158, 161

J

Jenkins 83, 84, 129, 138-139, 141
Johnson 153

L

Lacour 109, 118
lampada a colonna, 196, 202
— a cratere 195
— ad argon 101, 193-194
— all'elio 193-194
— al neon 93, 95-97, 138-140, 160, 193
— al sodio 193-194
— a luce fumtiforme 195-196
— a mercurio 160
— a punte di wolframio 108
— a supercratere 196, 200
Le Blanc 75
Leonardo da Vinci 25
lunghezza d'onda 17
— distribuzione delle- 183-184

M

Maiorana 177
Marconi 20, 21, 84
May 73
Mihaly 84, 107, 109, 123
modulazione delle radioonde 37-39, 180-184, 220-221
— dei raggi catodici 205-206, 214
molecole 13
Morse 5-6

N

Nesper 46, 47
Nikol 63-64, 80-81
Nipkow 76, 77, 79, 80, 82, 138, 143, 198, 209
norme di standardizzazione 105, 126
nottovisore 85, 165-166

O

occhio e televisione 70-71
Okolicsany 197
onda portante 38
onde elettromagnetiche 12, 15-16
— corte 20-21, 122, 185-186
— lunghe 20
— medie 20, 188
— quasi ottiche 187
— ultracorte 21, 122, 185--187, 189, 220
orologi televisivi 189
oscillazioni a rilassamento 204
— a trabocco 204-205, 215
— elettroniche 15, 16, 33-35
oscillografo catodico 144--148, 177, 203-208
— a specchi 150, 176
— a specchio 59

P

pantelegrafo 6, 44
Perosino 73, 75
Perry 80
pick up 168
placca 27-28
polarizzazione della luce 63-64, 80-81
porpora retinica 71
prisma di Nikol 63
processo Bartlane 9
propagazione delle radioonde 22-25
protoni 14
purezza delle ricezioni 182

R

raddrizzamento delle correnti 29, 175
radiazioni elettriche 13, 16--22
radiostato stenodico 184--185
radiotecnica 25-26, 41
radiotelefonia 41, 94, 124, 182
radiotrasformatore 37
radiotrasmissioni 35, 86-89, 104, 123, 126-127, 150, 172-173, 189, 191, 220
radioonde 12, 13, 19, 22-25
radiovisione 12
radiovisore dell' Jenkins 138-142
raggi catodici 145
— cosmici 19
— di luce 17-18
— gamma 19
— infrarossi 19, 22, 164--166
— Röntgen 19, 172, 177
— ultravioletti 19
registrazione delle imagini e dei suoni 166-170
relais 29
— di luce 65
rettificazione delle correnti 29, 175
ricevitore ad oscillografo catodico 148-151, 203-209
— del Baird 94, 199-200
— dell' Jenkins 138-141

— di televisione a colori 160-162
— multicellulare 132-134
— universale 111, 126
— ricevitore teleidografico del Belin 59
— del Karolus 65-67
— del Korn 57-58
— del Nesper 46
ricezione delle imagini col metodo chimico 45, 57
— televisiva su grandi schermi 130-137, 217--219
— delle radioonde 35-36
riflessione delle radioonde 23-24, 186
Rignoux 72
riproduttore elettromagnetico 168-169
riproduzione elettrica delle imagini e dei suoni 166--170
Robinson 184
Röntgen 19
Rosing 144, 149
Ruhmer 83
ruota del Weiller 113-116, 135, 143, 199-200
— dentata del Baird 100--101
— fonica del Lacour 109--110, 118, 120

S

Sabbah 150
Sanabria U. A. 198
scomposizione delle imagini 7-8, 11, 73, 77. 79, 121, 143, 180
selenio 51, 53
selettività 37, 181-182, 184-185
selezione delle radioonde 36
Senlecq 73-75
Shaw 73
sincronismo 45, 47, 98, 108-111, 190, 205, 215--217
— sistema ad arresto e partenza 47-48
— sistema a diapason 49, 67, 99, 116-120
— sistema a motori sincroni 48-49, 98, 142, 216
— sistema del Baird 99-102
— sistema del Lacour 109--111
— sistema del visografo 169
— ristema Telehor 111
Smith 73
soccorritore elettrico 29
— di luce 65, 80, 82
società industriali di televisione 107-108, 125-126, 222
spettacoli televisivi 136-137
spirale di specchi 200-201
standardizzazione degli apparecchi 105, 126
stazione ricevente 40
— tramettente 39-40
stazioni a catena 187
— trasmettenti 87, 104, 221-222
strato di Heaviside 23
stroboscopico - metodo 120
supereterodina 221
Sutton 83
Swinton 149, 154, 156, 157
Szczepanik 83

T

telecinemasonoro 85, 107
telecinematografia 106, 123-124, 150, 177, 190
telecinematografo 213
telefonia 37, 39, 183-184
— multipla 173, 191
telefono televisivo 106, 127-129, 177
telefoto 177
telegrafo di Morse 5-6
— copiante 6
teleiconotipia 9
teleidografia 6, 9, 43-47
— applicazioni della - 67-69
— e televisione 42, 50, 70
— metodo chimico 45, 67
— sistema Belin 59, 60
— sistema Caselli 44
— sistema Fulton 55-56
— sistema italografo 47
— sistema Korn 51, 52, 57-59, 60
— sistema Nesper 46
telemeccanica 173
telescopio elettrico 76
telespettacoli 136-137
televisione 10-11, 70, 83, 85, 87-89
— a colori 85, 158-162
— a colori e stereoscopica 164
— alla luce del giorno 93
— applicazioni della - 166, 171-173
— attraverso la nebbia 164-166
— e fotografia 71, 158
— e visione 70-71, 76
— multipla 134-136, 190
— nell'oscurità 164-166
— sistema Alexanderson 134-136
— sistema Ardenne 206-207
— sistema Baird 89-95, 159-160, 163-166, 199-200
— sistema Carey 71-73
— sistema Clarkson 157
— sistema Jenkins 129-133, 138-141
— sistema Karolus-Telefunken 108, 114-122
— sistema Le Blanc 75
— sistema Mihaly 107-108
— sistema Nipkow 79-82
— sistema Perosino 75
— sistema Sanabria 198-199
— sistema Senlecq 73-75
— sistema Swinton 156-157
— sistema Telefunken 122
— sistema Zworykin 150, 154-156, 214
— sistemi ad oscillografo catodico 148-157, 190, 203-209
— sistemi a pellicola intermedia 217-220, 223
— sistemi meccanici 189-190, 197-202
— sistemi multicellulari 129-134, 190
— sonora 87, 94, 108, 115, 136-137
— stereoscopica 85, 162-164
televisore del Baird 94, 199-200
— a spirale di specchi 200-203
— della Fernsehgesellschaft 200, 207
— dell'Ardenne 206-207
— della Te-ka-de 200-201
— della Telefunken 208-209
— visiola 202
tempo universale 189
Thun 214
trasformatore 37

trasmettitore ad oscillografo catodico 153-157, 214
— del Korn 51
— della Fernsehgesellschaft 212
— della Safar 209-212, 213
trasmissione delle radioonde 35, 187, 220-221
trasmissioni di telecinematografia 104, 150, 177, 190, 213, 220
— di televisione 87, 126-129 172-173, 219-220
trasmissioni multiple 191
— multiple o a zone 135, 219
triodo 26
tubo del Braun 144-148, 153, 190

V

valvola termoionica 26
— amplificatrice 29-32, 39-40, 54
— a riscaldamento indiretto 41
— raddrizzatrice 29, 39-40
— schermata 41
— oscillatrice 32-34, 119
velocità della luce 17
— delle radiazioni elettriche 17
visione e televisione 70-71, 76
visografo 168-170
vite a specchi 114, 200-201
Volta 5

W

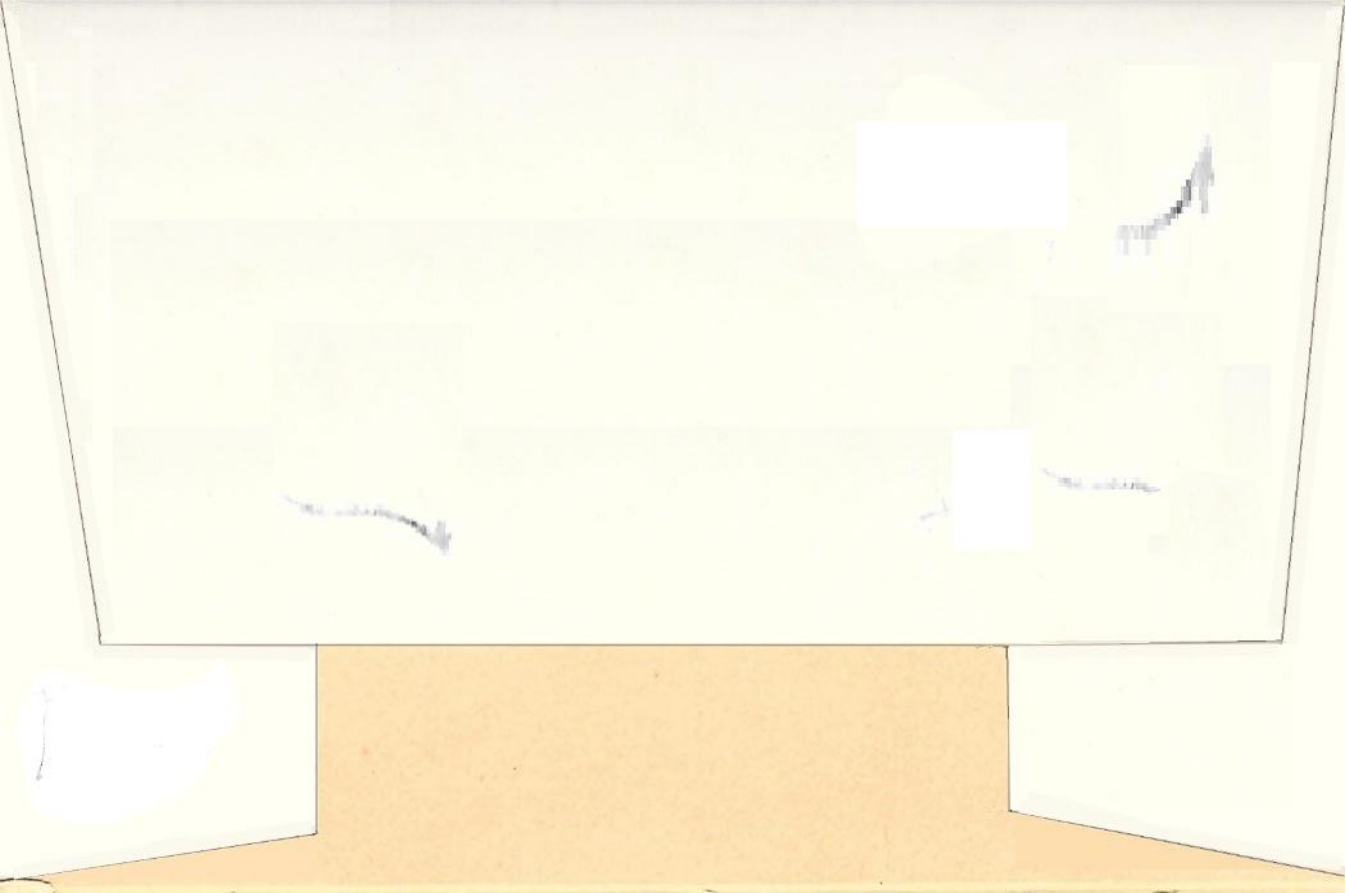
Wehnelt 206
Weiller 83, 112-116, 135, 143, 199
Wilson 93

Z

zona del silenzio 23-24
Zworykin 93, 150, 154, 214

ERRATA - CORRIGE

			ERRORI	CORREZIONI
pag.	III,	riga 4	telefotografia	fototelegrafia
„	42,	„ 19	„	„
„	50,	„ 17	„	„
„	51,	„ 19	„	„
„	59,	„ 25	„	„
„	67,	„ 26	„	„
„	68,	„ 26	„	„
„	113,	fig. 24	Weiler	Weiller
„	121,	riga 19	podotti	prodotti
„	122,	„ 5	Geldow	Geltow
„	156,	„ 2	illuminati	non illuminati
„	180,	„ 7	numreo	numero
„	180,	„ 17	otteute	ottenute
„	186,	„ 2	Geldow	Geltow



PREZZO AUTORIZZATO
DALL' A. C. C. L. 48